

SÉRIE A, N° 2975

N° D'ORDRE : 3847

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Youssef HALIM

1^{re} THÈSE. — Etude quantitative et qualitative du cycle écologique
des Dinoflagellés dans les eaux de Villefranche-sur-Mer.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 15 juin 1956, devant la Commission d'examen.

MM. PETIT, *Président.*

BOURCART	} <i>Examineurs.</i>
DRACH	
FELDMANN	

MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS (VI^e)

1960

SÉRIE A, N° 2975

N° D'ORDRE : 3847

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Youssef HALIM

1^{re} THÈSE. — Etude quantitative et qualitative du cycle écologique
des Dinoflagellés dans les eaux de Villefranche-sur-Mer.

2^e THÈSE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 15 juin 1956, devant la Commission d'examen.

MM. PETIT, *Président.*

BOURCART
DRACH
FELDMANN } *Examineurs.*



MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS (VI^e)

1960

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen..... J. PÉRÈS.

PROFESSEURS

G. JULIA.....	T	Anal. sup. et Alg. sup.	AUDEBERT	T	Electrochimie.
E. DARMOIS ..	T	Enseignement de Physique.	L'HÉRITIER ...	T	Génétique.
FOCH	T	Mécan. phys. et expér.	GRIVET	T	Radio-Électricité.
PAUTHENIER ..	T	Electrotechnique générale.	PONCIN	T	Mécanique des fluides.
DE BROGLIE ..	T	Théories physiques.	THIRY	T	Mécanique appliquée.
JOB	T	Chimie générale.	DUBREIL	T	Arithm. et théor. des nomb.
PRENANT	T	Anat. et Histol. comp.	QUELET	T	Chimie organique.
GARNIER	T	Géométrie supérieure.	CAGNIARD	T	Géophysique appliquée.
PÉRÈS	T	Mécan. des fluides et appl.	CHAMPETIER ..	T	Chimie macromoléculaire.
LAUGIER	T	Physiologie générale.	CHVILLIER	T	Géol. struct. et Géol. appl.
M. CURIE	T	Physique (P. C. B.).	JUNG	T	Pétrographie.
BARRABÉ	T	Géol. struct. et Géol. appl.	TRILLAT	T	Microscopie et diffraction électronique.
G. DARMOIS ..	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.	WIEMANN	T	Chimie organ. et structur.
Jacques BOURCART...	T	Géog. phys. et géol. dynam.	JACQUINOT ...	T	Spectroscopie et physique céleste.
PLANTEFOL	T	Botanique.	VASSY		Physique de l'atmosphère.
GRASSÉ	T	Evol. des êtres organisés.	DESTOUCHES...		Théories physiques.
PRÉVOST	T	Chimie organique.	M. PRUVOST...	T	Géologie.
BOULIGAND ...	T	Appl. de l'anal. à la Géom.	AMIEL	T	Chimie (P. C. B.).
CHAUDRON	T	Chimie appliquée.	HOCART	T	Minéralogie.
WYART	T	Minéralogie.	J.-P. MATHIEU.	T	Physique (P. C. B.).
TEISSIER	T	Zoologie.	COUTEAUX	T	Biologie animale (P. C. B.).
MANGENOT	T	Biologie végétale.	MAY	T	Biologie animale (P. C. B.).
P. AUGER	T	Phys. quant. et relat.	CHOQUET	T	Calc. diff. et intégral.
MONNIER	T	Physiol. des fonctions.	FELDMANN		Biologie (P. C. B.).
PIVETEAU	T	Géologie.	GUINIER	T	Physique (P. C. B.).
ROCARD	T	Physique (E. N. Sup.).	JOST	T	Biologie (P. C. B.).
H. CARTAN	T	Mathématiques (E.N.Sup.).	FORTET	T	Calc. des probabilités.
LAFFITE	T	Chimie générale.	SCHWARTZ ...	T	Méth. Math. de la Phys.
FAVART	T	Mécanique générale.	CHOUARD	T	Physiologie végétale.
COULOMB	T	Physique du globe.	MALAVARD	T	Aviation.
M ^{lle} COUSIN...	T	Biol. anim. (P. C. B.).	BRELOT	T	Calcul différentiel.
CHRÉTIEN	T	Chimie minérale.	NORMANT	T	Chimie (P. C. B.).
DRACH (P.) ..	T	Zoologie.	BÉNARD	T	Chimie (P. C. B.).
KASTLER	T	Physique.	BUVAT	T	Botanique (E. N. S.).
EPHRUSSI	T	Génétique.	DUGUÉ	T	Statistiques mathémat.
WURMSER	T	Biologie phys.-chimique.	GELOSO		Chimie (S. P. C. N.).
RIVIÈRE	T	Géologie (S. P. C. N.).	SOULAIRAC ...	T	Psychophysiologie.
GAUTHERET ...	T	Biol. végét. (P. C. B.).	ULRICH	T	Physiologie végétale.
LUCAS	T	Recherches physiques.	MARÉCHAL	T	Optique théor. et appl.
A. THOMAS...	T	Biologie cellulaire.	KIRRMANN	T	Théories chimiques.
ARNULF	T	Optique appliquée.	CHADEFAUD ..		Botanique.
M. MORAND ...	T	Physique.	DESTRIAU		Physique (M. P. C.).
SOLEILLET	T	Physique.	M ^{lle} LE BRETON.		Physiologie générale.
FORTIER	T	Mécan. expér. des fluides.	SALEM		Mathématiques générales.
DANJON	T	Astronomie.	LELONG	T	Mathématiques générales.
FRAMAGEOT ...	T	Chimie biologique.	DEVILLERS ...		Anat. et histol. comparées.
LAPORTE	T	Phys. gén. et Radio-act.	EHRESMANN ..		Topologie algébrique.
JANET	T	Méc. anal. et méc. céleste.	FRANÇON		Physique (M. P. C.).
PETIT	T	Biologie maritime.	GLANGEAUD ...		Géog. phys. et Géol. dyn.
QUENEY	T	Météorologie et Dynamique atmosphérique.	GODEMENT		Mathématiques (M. P. C.).
GALLIEN	T	Embryologie.	PISOT		Calcul des probabilités.
EICHORN	T	Biologie végétale (P. C. B.).	ROCH (E.)		Géologie.
DE CUGNAC ...	T	Biologie végétale (P. C. B.).	SCHATZMANN ..		Astrophysique.
M ^{lle} CAUCHOIS.	T	Chimie-Physique.	TERMIER		Paléontologie stratigr.
THELLIER	T	Physique du globe.	ZAMANSKY		Mathématiques générales.

Secrétaire général..... C. MONIER.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté.

LES MIGRATIONS BIOLOGIQUES

A TRAVERS

LE CANAL DE SUEZ

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 10 juin 1956.

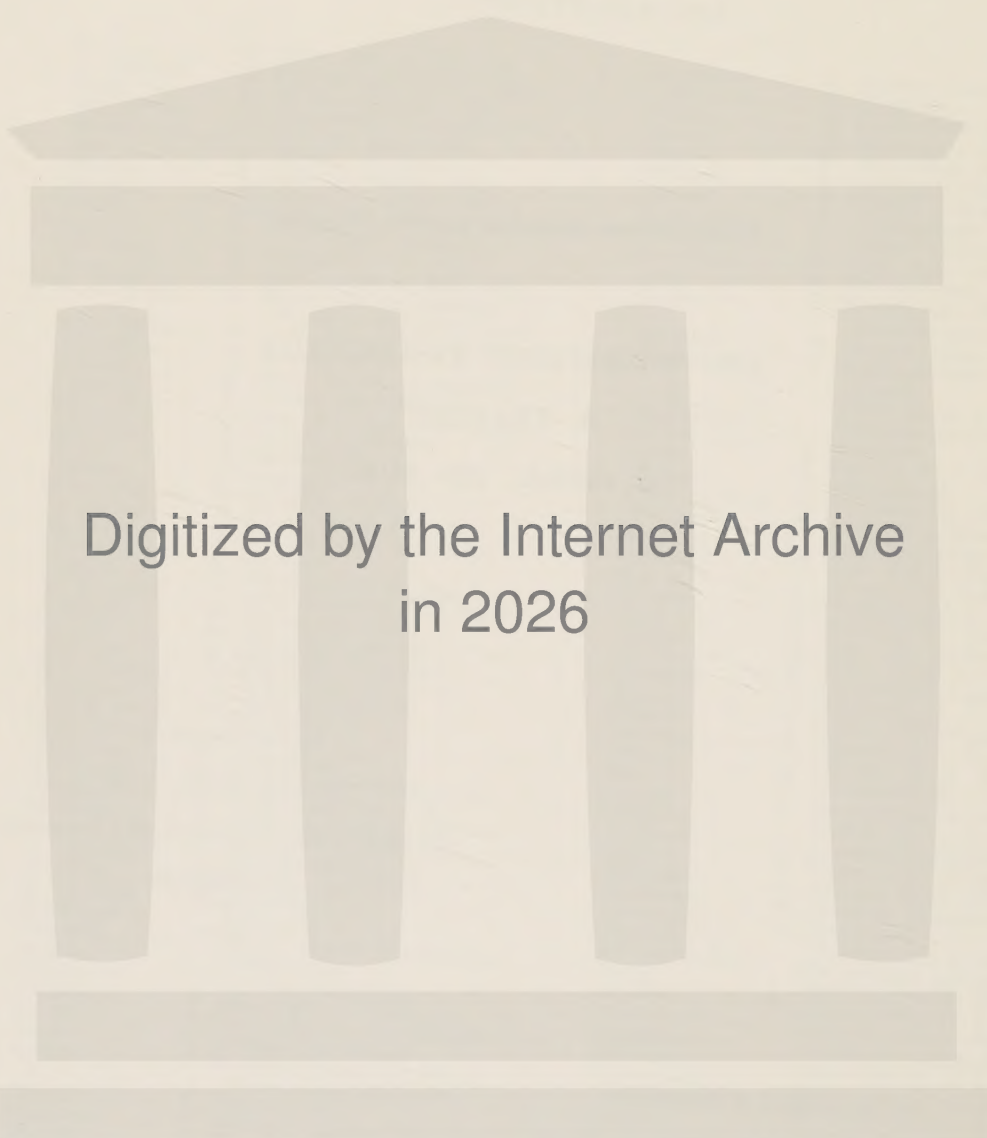
Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÉRÈS.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

JEAN SARRAILH.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552427_0017

ÉTUDE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DU CYCLE ÉCOLOGIQUE DES DINOFLAGELLÉS DANS LES EAUX DE VILLEFRANCHE-SUR-MER (1953-1955)

PAR

YOUSSEF HALIM

Faculté des Sciences d'Alexandrie.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	124
INTRODUCTION	125
MÉTHODES ET TECHNIQUES	126
CLIMAT ET CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DE LA BAIE DE VILLEFRANCHE, DE NOVEMBRE 1953 A AOÛT 1955	130
Climat (p. 130). — Caractéristiques hydrologiques (p. 132). — Régime des vents (p. 141). — Hydrologie du canyon sous-marin de Villefranche (p. 144). — Conclusions (p. 148).	
OBSERVATIONS SUR LES STATIONS	150
Novembre 1953 à mars 1954 (p. 150). — Novembre 1954 à mars 1955 (p. 153). — La phase de production maximale, printemps 1954 (p. 157). — Printemps 1955 (p. 163). — Été 1955 (p. 168).	
CYCLE QUANTITATIF DES DINOFLAGELLÉS	170
Caractéristiques de la saison hivernale	170
Caractéristiques de la saison printanière	174
LES DINOFLAGELLÉS DES EAUX DE VILLEFRANCHE	178
Inventaire systématique (p. 179). — Observations : Espèces dominantes ou caractéristiques (p. 185). — Espèces peu fréquentes ou nouvelles (p. 190).	
REMARQUES GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS	198
APPENDICE : DONNÉES NUMÉRIQUES	209
BIBLIOGRAPHIE	223
EXPLICATION DES PLANCHES	228

AVANT-PROPOS

Ce travail a été entièrement réalisé à la Station zoologique de Villefranche. Mes remerciements vont à M. le Directeur G. PETIT ainsi qu'à M. G. TREGOUBOFF pour leur hospitalité à la station pendant plus de trois ans. L'achèvement de cette thèse a été facilité par l'appui et l'aide précieuse de M. le Professeur PETIT.

C'est sur le conseil de M. G. TREGOUBOFF que ce travail a été consacré à l'écologie des Péridiniens. Je le remercie également pour avoir bien voulu revoir le manuscrit.

A M. le Professeur HUSSEIN FAOUZI vont mes remerciements respectueux pour son appui et pour avoir bien voulu m'autoriser à quitter le Département d'Océanographie pendant plus de trois ans.

J'ai pu bénéficier tout au long de mon travail des précieux conseils et de la bienveillance de M. le Professeur LOUIS FAGE. Je le prie de trouver ici l'expression de ma gratitude.

Mes remerciements vont aussi à M. le Professeur DRACH, à M. le Professeur FELDMANN, à M. le Professeur BOURCART pour avoir bien voulu juger mon travail, ainsi que pour leurs critiques et leurs encouragements.

Mes vifs remerciements au Docteur L. H. N. COOPER pour l'intérêt très encourageant qu'il a pris à mon travail et pour maints conseils avisés.

Tous les prélèvements ont été effectués avec l'aide de M. FRANÇOIS RAIBAUD; je lui dois mes remerciements pour son concours et pour son inlassable dévouement.

ABSTRACT. — This work is the result of three years of observations on the quantitative and qualitative ecology of Dinoflagellates in the Bay of Villefranche-sur-Mer. The hydrographic conditions, together with the quantitative and systematic variations of the Dinoflagellates, have been followed at two stations, A and B, for the upper 200 m. In part II, the climatic and hydrographic conditions are discussed. The three annual cycles are described in Part III, in parallel with the ecological conditions. Part IV is devoted to a systematic account of the species; 198 species belonging to 32 genera have been recorded, 7 of which are new & 3 new to the Mediterranean. The conclusions are given in Part V. The decisive hydrographic factor has been found to be the vertical stability of water.

INTRODUCTION

L'écologie du phytoplancton se présente principalement sous les deux aspects suivants :

1. — L'étude des variations saisonnières dans l'ordre de grandeur de la *production*, ou « stock biologique », présent à chaque moment et la recherche des agents écologiques qui peuvent expliquer ces variations.

2. — L'étude de la composition systématique des « *associations* » d'espèces qui caractérisent les « *saisons écologiques* » successives.

Dans son ouvrage de 1887, HANSEN, en définissant le terme plancton et en recherchant une méthode destinée à en déterminer la quantité dans la mer, a fondé en fait la planctonologie quantitative. De nombreuses recherches effectuées dans les décades qui ont suivi, notamment par HANSEN lui-même, SCHÜTT, BRANDT, GRAN, CLEVE, ont contribué à la connaissance de la répartition du plancton dans les océans. LOHMANN (1909), par la méthode de la centrifugation, a révélé l'importance du rôle joué par les organismes de petites dimensions. Dès 1912, GRAN, dans ses recherches sur le plancton des mers nord-européennes, a tenu compte de conditions hydrologiques telles que la température et la salinité, mais ce n'est qu'avec l'apparition des méthodes de dosage des phosphates et des nitrates (ATKINS, HARVEY) que le rôle limitatif des sels nutritifs — prévu d'ailleurs par BRANDT — a pu être mis en évidence.

Toutefois, les faits observés depuis, aussi bien sur les populations phytoplanctoniques que sur les cultures, sont enore loin d'avoir reçu une interprétation satisfaisante.

Les Dinoflagellés, dans ces recherches, ont bénéficié de beaucoup moins d'attention que les Diatomées. Seuls, leurs représentants les plus abondants figurent sur les listes quantitatives des auteurs précités. La répartition géographique de ces Protistes dans les océans, surtout celle du genre *Ceratium* dont les représentants sont plus aisément capturés au filet, est apparemment mieux connue que leur écologie quantitative. Les travaux de SCHÜTT, CLÈVE, GRAN, JORGENSEN, PAULSEN, LEBOUR, PETERS, STEEMANN-NIELSEN, BÖHM, GRAHAM et, plus récemment de E. F. J. WOOD, y ont contribué tout particulièrement. Enfin, PAVILLARD (1937), d'après le matériel récolté à Monaco de 1907 à 1914, et RAMPI (1939-1954), à San-Remo, ont établi le calendrier des espèces peuplant ces localités respectives.

Relativement peu de recherches strictement écologiques ont été consacrées aux Péridiniens. Leur rôle propre dans le cycle marin et leurs exigences écologiques ne sont jusqu'à présent qu'entreus. Il faut cependant citer les intéressants travaux de W. E. ALLEN (1941) dans les eaux californiennes, entre 1920 et 1940; GRAN et BRAARUD (1935) dans le golfe du Maine et la baie de Fundy; SCHILLER (1918-1925) et ERCEGOVIC (1936) en Adriatique; enfin, les recherches de BRAARUD et ses collaborateurs dans les eaux norvégiennes.

L'objet de ce travail est l'étude de l'écologie quantitative des Périidiniens sous ses deux aspects indiqués plus haut. Dans ce but, un double travail a été entrepris, portant : *a)* sur l'hydrologie de la baie et des parages de Villefranche; *b)* sur les variations quantitatives globales et les variations dans la composition systématique des représentants de ce groupe.

Les observations hydrologiques ont commencé en novembre 1952, et l'étude quantitative des Dinoflagellés en janvier 1953. Trois années consécutives d'observations ont permis de mettre en évidence la périodicité du cycle quantitatif et la succession des espèces chez les Périidiniens dans leur rapport avec certaines des conditions hydrologiques. Les trois cycles étudiés présentent, en effet, des analogies frappantes. Une augmentation massive, due chaque année aux mêmes espèces, a lieu en mai-juin. Ce maximum, égal à plus de 150 fois la moyenne d'hiver, ne correspond pas au cycle des sels nutritifs qui ne semblent avoir qu'un rôle secondaire dans l'écologie des Périidiniens.

Dans ce qui suit, les trois derniers chapitres sont consacrés aux observations et à leur interprétation. Un bref exposé des méthodes appliquées est donné au chapitre premier. Le second chapitre est consacré aux conditions météorologiques et à l'hydrologie.

MÉTHODES ET TECHNIQUES

Après plusieurs essais, les deux stations désignées sur la carte (fig. 1) par les points A et B ont été choisies : la station A, sur la ligne médiane, à la partie la plus étroite du goulet, à 60 m de profondeur; la station B, à 1 500 m au Sud du cap de Nice, à 650 m de profondeur.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'une bouteille Nansen à 1 m, 10 m, 25 m, 50 m à la station A, et à 1 m, 25 m, 50 m, 100 m et 200 m à la station B. A chaque station, une première série de prélèvements d'eau est effectuée pour l'étude biologique, puis une deuxième pour les dosages chimiques. Les techniques employées sont les suivantes :

Température. — La température a été relevée à l'aide de 2 thermomètres à renversement gradués, l'un au 1/10, l'autre au 1/5. Toutes les températures citées dans ce travail sont obtenues après application des corrections habituelles. L'erreur est de 0,02 au maximum.

Salinité. — La chloruration a été dosée par la méthode de Mohr-Knudsen, l'eau de mer normale de Copenhague étant prise comme référence. La $S_{\text{‰}}$, ainsi que σ_t sont obtenues d'après les tables de Knudsen. La « stabilité » verticale est calculée d'après la formule approchée $E' = 10^{-3} \frac{d\sigma_t}{dz}$ (SVERDRUP et *al.*, 1942). L'erreur est de 0,01 ‰ pour la $S_{\text{‰}}$.

Oxygène. — L'oxygène a été dosé par la méthode de Winkler, revue par J. P. JACOBSEN, R. ROBINSON et T. THOMPSON (1950). L'hyposulfite est titré avec du bi-iodate de potassium. Les résultats sont exprimés en ml au l et en pour-cent par rapport à la saturation, à la t° et à la $S_{\text{‰}}$ de l'eau *in situ*. Cette dernière valeur est obtenue par extrapolation des tables de Fox (1907), ces tables ne comportant pas la tension en O_2 à la chlorinité des eaux étudiées

(21 %); la méthode réduit l'erreur à 1 %. Le titrage de la solution d'hyposulfite et le dosage des échantillons étaient effectués avec une burette de 10 cm³ graduée au 1/10.

Aucune correction n'a été appliquée pour compenser le volume de prélèvement par les réactifs introduits.

Sels nutritifs. — Les sels nutritifs ont été dosés par les méthodes courantes.

Pour les phosphates, n'ayant disposé d'un électrocolorimètre qu'en fin 1954, j'ai procédé jusqu'à cette date par la méthode des gammes colorimétriques. La couleur obtenue après addition des réactifs à l'échantillon d'eau de mer est comparée à celle donnée par une série de solutions étalon de PO₄ dans du chlorure de sodium à 35 gm/l.

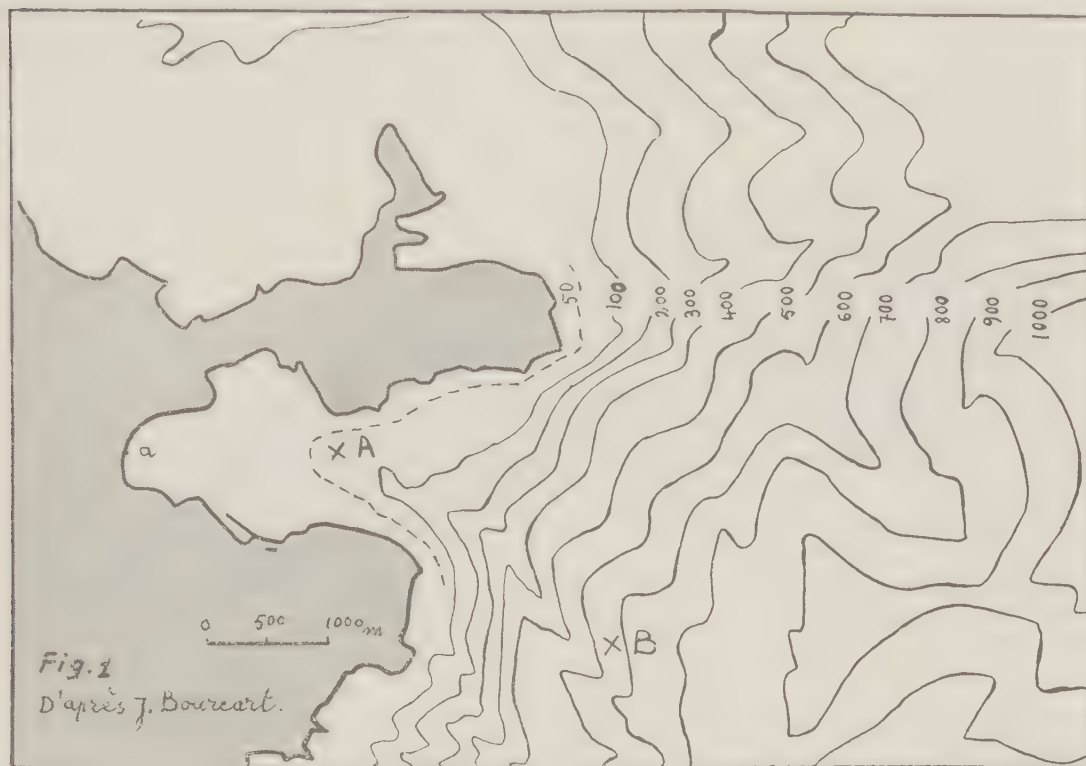


FIG. 1. — La baie de Villefranche; position des stations A et B.

Disposant, à partir de 1955, d'un électrocolorimètre de type « Meunier », il m'a été possible alors de procéder suivant la méthode plus précise de HARVEY (1948). Cette méthode a permis également de déterminer l'erreur systématique de la méthode des gammes, suivie en 1954 et due aux impuretés dans le chlorure de sodium. En appliquant cette méthode, j'ai procédé de la manière suivante : deux volumes de 100 cm³ d'un même échantillon d'eau de mer sont dosés après addition de quantités connues de PO₄. L'écart correspondant à la différence des deux concentrations (ou « increment »), permet d'étalonner l'appareil sans qu'il y ait besoin d'établir une courbe, tout en libérant de toute correction pour la S‰. Un dosage à blanc effectué avec de l'eau bidistillée donne le zéro des réactifs.

Ces deux valeurs, contrôlées à chaque série de dosages, ont été trouvées constantes pour un laps de temps assez long tant qu'on utilise les mêmes solutions de molybdate d'ammonium et de chlorure d'étain. L'erreur instrumentale est de 0,07 µat-g PO₄/P au litre. Le chlorure d'étain est préparé suivant les indications de WOOSTER et RAKESTRAW (1951) : 2,1 g d'étain sont

dissous dans 22 cm³ d'acide chlorhydrique; quelques grains d'étain sont ajoutés après dissolution. La solution est stable pour plusieurs mois. A chaque série de dosages, 1 volume de solution est dilué avec 4 volumes d'eau distillée avant emploi.

Le dosage des nitrates a été effectué avec le réactif à la strychnine-réduite. Le zéro du réactif et l'étalonnage de l'appareil ont été déterminés de la même manière que pour les phosphates.

Alcalinité et pH. — Environ 60 échantillons ont été dosés pour l'alcalinité par la méthode de Wattenberg.

Le dosage est effectué quelques heures après le prélèvement. L'acide chlorhydrique est titré à l'aide d'une solution étalon de borate de soude après addition de 0,5 cm³ d'un mélange d'indigo-carmin et de méthyle-orange servant d'indicateur. Après addition de 10 cm³ d'acide, l'échantillon (200 cm³ d'eau de mer) est maintenu à ébullition pendant plusieurs minutes. L'anhydride carbonique est finalement chassé grâce à un courant d'air privé de CO₂ par un filtre de chaux-sodée. Un mélange de vert de bromo-cresol et de méthyle rouge sert d'indicateur.

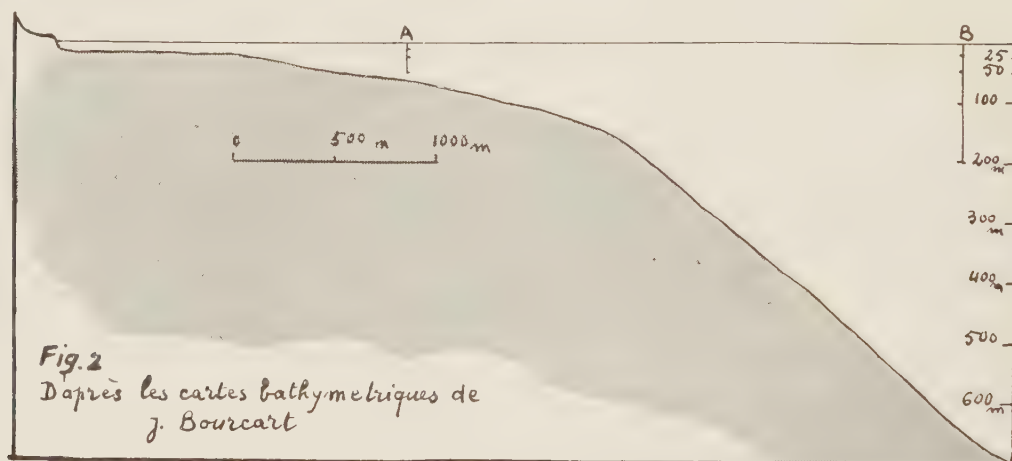


FIG. 2. — Profil sous-marin de la baie de Villefranche.

Une vingtaine d'échantillons ont été dosés pour le pH avec le pH-mètre Jouan. Les résultats sont corrigés par la t° d'après la table de Buch et Nynäs (HARVEY, 1945).

Météorologie. — Les renseignements météorologiques sont communiqués par la station de Nice-le-Var et par le sémaphore du cap Ferrat. De plus, l'état de la mer, l'état du ciel, la direction et la force des vents étaient notés tous les jours.

Plancton. — Les méthodes généralement appliquées à l'étude de la « productivité » peuvent être rangées en plusieurs groupes :

1° *Dosage direct* du stock phytoplanctonique disponible, à intervalles réguliers, par un procédé gravimétrique ou volumétrique, par numération ou par dosage colorimétrique des pigments solubles dans l'acétone.

2° Dosage de certains des *constituants* de l'eau de mer dont la concentration est modifiée par l'activité du phytoplancton. L'accroissement de l'alcalinité de l'eau de mer a permis de calculer le volume de CO₂ assimilé durant la photosynthèse. Egalement, la chute en concentration des phosphates au printemps permet d'évaluer l'accroissement correspondant du phytoplancton.

3° Une troisième méthode consiste à mesurer dans des conditions expérimentales, le volume de O₂ dégagé durant la photosynthèse par un échantillon représentatif du phytoplancton sous étude.

4° Enfin, la quantité de carbone radio-actif assimilé par le phytoplancton dans des conditions expérimentales semblables et dosé grâce aux rayons β émis donne également une mesure de la quantité de matière organique élaborée par le phytoplancton.

De toutes ces méthodes, la numération des cellules du phytoplancton prélevé dans un volume d'eau est la seule qui convienne à l'objet de ce travail. En effet, les listes numériques établies à intervalles aussi réguliers que possible renseignent à la fois sur les variations quantitatives globales du groupe étudié et sur la composition systématique.

La méthode suivie est celle décrite par STEEMANN NIELSEN (1933) et revue par F. BERNARD et L. FAGE (1936). Il a été procédé de la manière suivante :

L'eau prélevée à la bouteille Nansen est recueillie dans une bouteille d'un litre, fixée au formol neutre et laissée ensuite à sédimenter pendant vingt-quatre heures. L'excès d'eau est siphonné lentement et l'échantillon réduit à 50 cm³ environ.

Ce volume d'eau contenant le sédiment est siphonné, après agitation, dans une éprouvette à fond plat de 100 cm³, le flacon rincé 3 fois et l'eau de rinçage transférée à l'éprouvette. Après sédimentation complète, l'excès d'eau dans l'éprouvette est également siphonné, le volume d'eau réduit à quelques cm³ et, finalement, transféré à une petite éprouvette graduée de 30 cm³.

Le comptage se fait dans une cellule dont le fond est constitué par une lamelle mince. Pendant la période de production minimum, tout le sédiment provenant d'un litre est compté au microscope renversé. De mars à juin, le nombre s'élevant progressivement à plusieurs centaines, puis plusieurs milliers au litre, 1/6 seulement du volume d'eau contenant le sédiment (166 cm³ d'eau de mer) est prélevé pour le comptage à l'aide d'une pipette de 1 cm³. Les résultats donnés pour cette période constituent généralement une moyenne entre 2 ou 3 sous-prélèvements. Plus rarement, un seul sous-prélèvement a été compté. Pour éviter les erreurs par double comptage, chaque spécimen compté est retiré de la cellule à l'aide d'une pipette fine (50 à 100 μ de diamètre d'ouverture).

Ainsi que l'ont démontré BERNARD et FAGE (1936), cette méthode est sujette à plusieurs causes d'erreurs. Il semble cependant que l'adhérence aux parois ait moins d'importance pour les Péridiniens que la présence de gros éléments planctoniques qui masquent les cellules à compter.

Par ailleurs, les fibres végétales agglomérées empêchent la suspension d'être bien homogène; c'est ce qui explique les écarts entre deux prélèvements d'un même échantillon. Les exemples donnés dans le tableau suivant montrent que l'erreur varie entre 3 % et 14 % environ, mais atteint rarement ce dernier chiffre.

TABLEAU I
POURCENTAGE D'ERREUR DANS LES PRÉLÈVEMENTS A LA BOUTEILLE

Date	Profondeur	Péridiniens au litre	Moyenne	Erreur % de la moyenne
				%
25- 5-1954	15 m	1 488 1 656	1 572	5,3
19- 8-1954	0 m	1 800 1 700	1 750	2,8
27- 8-1954	1 m	180 216 150	196	9,1
9-11-1954	10 m	198 174	174	13,7
28- 3-1955	1 m	474 438	451	2,8
18- 4-1955	1 m	300 350	315	4,7

En plus des prélèvements quantitatifs à la bouteille, des prises de surface au filet fin ont été effectuées par un procédé constant sur une distance invariable, de manière que les prélèvements soient comparables entre eux. Le filet employé à cet effet est de petites dimensions : 22 cm de diamètre d'ouverture, 70 cm de longueur et fait d'une gaze fine (73 mailles au centimètre).

Les prélèvements sont effectués de la manière suivante : après avoir été lesté et attaché à un flotteur, le filet est déposé dans l'eau; il est ensuite tiré à la main, d'une distance de 50 m, à une vitesse constante dans la mesure du possible (50 m en 75 secondes environ). Le volume d'eau de mer filtré par le filet — obtenu par comparaison avec les prélèvements à la bouteille — est d'environ 35 litres. Ce volume est variable et dépend de l'état de la mer, de l'état du filet, et surtout des dimensions des organismes dominants dans le plancton. Ainsi, les espèces de petites dimensions (*Exuviella baltica* et *Prorocentrum triestinum*), qui constituent quelquefois de 60 à 80 % des Périidiniens en juin, ne sont représentées que par quelques spécimens dans les prélèvements au filet.

Cette dernière cause d'erreur semble cependant moins importante en dehors du printemps.

Les écarts entre deux prélèvements effectués dans les mêmes conditions par ce procédé sont généralement inférieurs à 6 % comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU II

POURCENTAGE D'ERREUR DANS LES PRÉLÈVEMENTS AU FILET

Date	Prélèvements	Périidiniens au total	Moyenne	Ecart
				%
19-2-1953	I	4 800	4 787	0,2
	II	4 775		
22-5-1953	I	50 000	53 000	5,6
	II	56 000		
16-6-1953	I	50 600	49 800	1,6
	II	49 000		

Enfin, une série de prélèvements au filet fin fermant a été effectuée dans la dernière année de ce travail.

CLIMAT ET CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DE LA BAIE DE VILLEFRANCHE, DE NOVEMBRE 1953 A AOUT 1955

Climat.

Les conditions atmosphériques n'ont été étudiées que dans la mesure où elles conditionnent le régime hydrologique. Les données sur la précipitation, la température atmosphérique, l'insolation et les vents ont été communiquées par la station de Nice-le-Var et le sémaphore du cap Ferrat. L'insolation sera discutée au chapitre V.

Précipitation. — La moyenne mensuelle de la précipitation a été plus élevée en 1953-1954 (41,0 mm) qu'en 1952-1953 (30,5 mm) et 1954-1955 (31,5 mm). Les maxima

relevés au sémaphore du cap Ferrat sont de 99,8 mm en septembre 1953, 108,5 mm en octobre 1954, 99,0 mm en janvier et février 1955. La précipitation a été très faible ou nulle en février-mars et novembre 1953, en août 1954, en avril et août 1955. Le régime des pluies dans ces trois années a donc été assez variable et sans périodicité saisonnière.

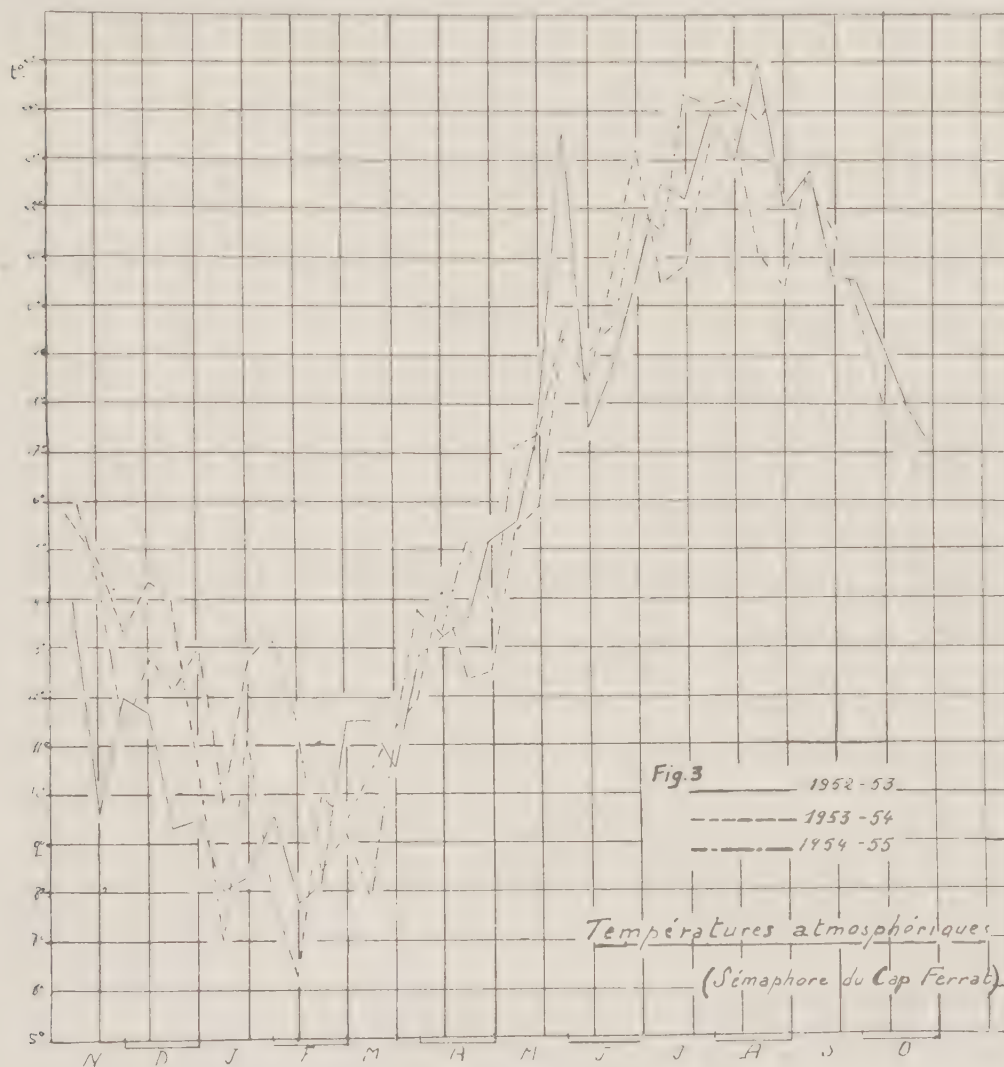


FIG. 3. — Température de l'air en 1953, 1954 et 1955.

Température de l'air. — Les graphiques de la figure 3, donnant les températures atmosphériques, ont été établis d'après les températures relevées également au sémaphore (altitude 140 m). Les valeurs représentent les moyennes par décades, elles-mêmes calculées d'après les moyennes quotidiennes.

L'hiver 1953 a été le plus froid des trois. Février est le mois le plus froid de l'année, sauf pour l'année 1955 (mars), et août le plus chaud. L'amplitude annuelle des variations de température a cependant été assez rapprochée : respectivement 22°4, 20°4 et 21°4.

Le régime des vents. — Les relevés de la direction et de la force des vents au sémaphore du cap Ferrat sont effectués 3 fois par jour : à 6 heures, 12 heures et 18 heures. Etant discontinues, ces observations ne peuvent donner qu'une image fragmentaire du régime des vents. Le tableau suivant, établi d'après ces observations, permet cependant de se rendre compte de la direction et de la force des vents dominants.

TABLEAU III

LES VENTS DOMINANTS DE NOVEMBRE 1952 A AOÛT 1955
(D'après les observations du sémaphore du cap Ferrat.)

Direction.....	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Total des relevés	2,8 %	7,6 %	43,6 %	5,3 %	2,3 %	12,6 %	19,5 %	5,8 %
Vents atteignant 6 m/s ..	3,2 %	5,9 %	43,6 %	2,9 %	0,5 %	3,5 %	31,2 %	8,8 %
Vents atteignant ou dépassant 16 m/s	—	—	25 %	—	—	—	75 %	—

Les vents dominants soufflent parallèlement à la côte, d'Est en Ouest et d'Ouest en Est. A des vitesses modérées, les vents soufflant du secteur *Est* sont les plus fréquents.

Ils ne présentent aucun caractère périodique et sont généralement d'une force moyenne. Les vents du secteur *Ouest*, les plus fréquents après les premiers, sont plus irréguliers, plus violents et soufflent en rafales intermittentes. A des vitesses atteignant ou dépassant 16 m/s, ils représentent 75 % de tous les relevés. Le vent d'*Ouest* (ou « mistral ») peut souffler en toutes saisons. Il a été cependant observé avec une certaine régularité au printemps (début juin) et à la fin de l'été (mi-septembre), dans les trois années. Les observations disponibles ne sont pas suffisantes, toutefois, pour lui assigner un caractère saisonnier.

Les caractéristiques hydrologiques.

La répartition verticale des données hydrologiques S %, t°, O₂, σ_t à toutes les stations des années 1954 et 1955 est décrite à la partie consacrée aux observations, au chapitre III.

Température (fig. 4, 5 et 6). — L'amplitude annuelle des variations de température à la station A est donnée par les 3 tableaux suivants :

TABLEAU IV

TEMPÉRATURES ST. A (novembre 1952 - octobre 1953).

Profondeur en m	Minimum		Maximum		Amplitude
	t°	Date	t°	Date	
1	12°58	20 février.	23°23	10 septembre.	10°63
10	12°51	20 février.	23°15	10 septembre.	10°50
25	12°86	4 mars.	22°98	10 septembre.	10°32
50	12°84	4 mars.	19°72	20 octobre.	6°88

TABLEAU V

TEMPÉRATURES ST. A (novembre 1953 - début novembre 1954).

Profondeur en m	Minimum		Maximum		Amplitude
	t°	Date	t°	Date	
1	12°97	19 mars.	22°70	21 septembre.	9°73
10	13°00	19 mars.	21°82	21 septembre.	8°82
25	13°01	19 mars.	20°51	27 août.	7°50
50	12°93	19 mars.	17°77	9 novembre.	4°84

TABLEAU VI

TEMPÉRATURES ST. A (novembre 1954 - début novembre 1955).

Profondeur en m	Minimum		Maximum		Amplitude
	t°	Date	t°	Date	
1	12°86	10 mars.	24°80	22 juillet.	11°24
10	12°83	10 mars.	23°50	31 août.	10°67
25	12°80	10 mars.	18°88	4 juillet.	6°00
50	12°78	10 mars.			

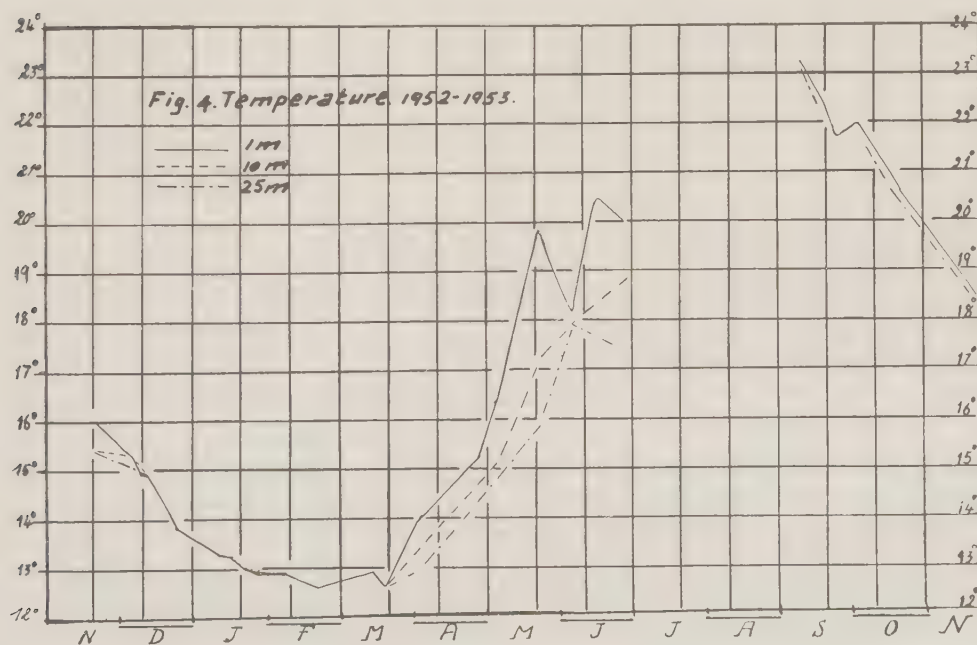


FIG. 4.



FIG. 5.

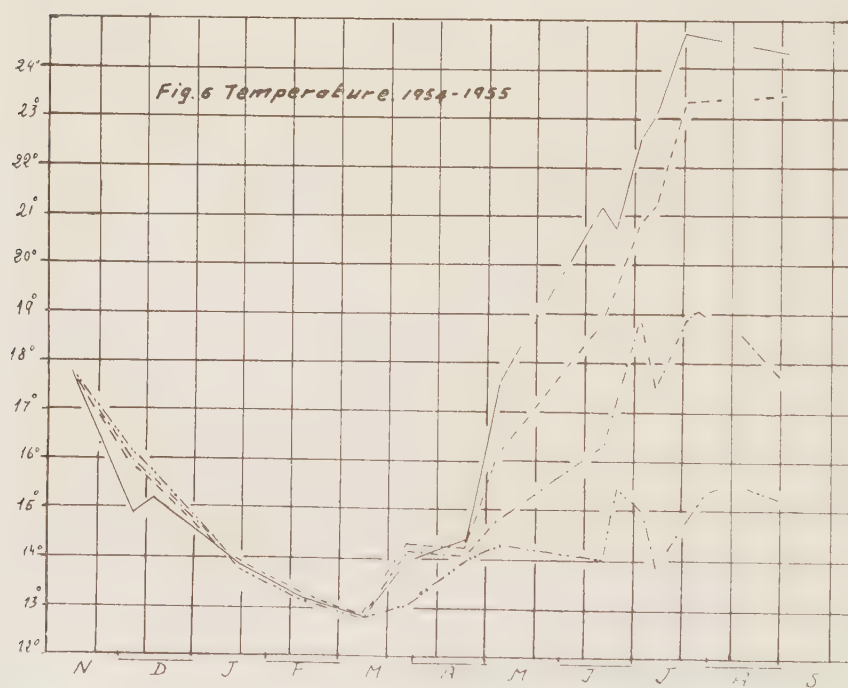


FIG. 6

L'amplitude totale des variations de température observées dans les trois années est donnée par le tableau VII (les températures à 0 m ont été relevées dans les eaux côtières) :

TABLEAU VII
AMPLITUDE TOTALE DES VARIATIONS DE TEMPÉRATURE

Profondeur en m	Minimum	Date	Maximum	Date	Amplitude
0	12°58	20-2-1953	28°50	31- 7-1955	15°92
1	12°58	20-2-1953	24°30	22- 7-1955	12°22
10	12°51	20-3-1953	23°37	22- 7-1955	10°86
25	12°80	13-3-1953	22°98	10- 9-1953	10°18
50	12°78	10-3-1953	19°72	10- 9-1953	6°94
100	12°60	23-3-1953	16°18	21-12-1954	3°58
200	12°51	23-3-1953	13°28	15-11-1954	0°77

Le cycle des températures aux 4 niveaux de la station A est donné par les graphiques des trois figures, 4, 5 et 6. Il se divise nettement en deux phases :

1. — De début novembre à la mi-mars, les courbes des 4 niveaux (1 m, 10 m, 25 m et 50 m) se confondent presque exactement. Les graphiques des stations de cette période, montrant la répartition verticale de la température, sont représentés par des verticales parallèles à la ligne des ordonnées (voir chapitre III). Début novembre, l'homothermie est autour de 18° et s'étend jusqu'à 50 m. A mesure que l'hiver s'avance, la température de surface diminue, la densité des eaux augmente et le mouvement gagne en profondeur. En décembre, elle atteint 75 m et, en février-mars, elle s'étend jusqu'à 200-300 m. Lorsque cette homothermie s'accompagne d'homohalinité, la colonne d'eau devient également homogène en densité. Ainsi, en février 1953, la densité σ_t à 1 m était même légèrement supérieure à la densité à 200 m : 28,65 pour 28,61.

Dans ces conditions, une brise légère, ou le refroidissement des premiers mètres d'eau au cours des nuits de l'hiver, suffisent à occasionner un brassage profond de la mer.

2. — A partir de la mi-mars, avec l'insolation de plus en plus forte et le réchauffement de l'atmosphère, la température de surface s'élève, les 4 couches se différencient progressivement et les courbes remontent mais en divergeant. Elles demeurent distinctes, avec des écarts parfois considérables, jusqu'à l'automne suivant (9°26 entre 1 m et 50 m en juillet 1955, 11°5 entre 1 m et 200 m en août de la même année).

Enfin, dès octobre, les courbes convergent à nouveau pour se confondre, en novembre, jusqu'au printemps suivant.

Dans ces grandes lignes, ce cycle se reproduit presque exactement chaque année. Il faut cependant tenir compte de l'effet dynamique de soudaines poussées de vent d'Est ou d'Ouest. Le brassage des eaux par le vent d'Est, ou les remontées d'eau, peuvent modifier considérablement la température à tous les niveaux, mais ces effets sont toujours de courte durée en été et la stratification se rétablit rapidement. Ainsi, le 8 juin 1953, à la suite de plusieurs jours de vent d'Est, une homothermie insolite en cette saison s'établit jusqu'à 25 m (17°90-17°97). Du 2 juin au 21 juin 1954, s'observe

une régression de température à 25 m et 50 m occasionnée par la pénétration d'eaux froides dans la baie, succédant à un régime de vent d'Ouest. Ce phénomène est encore plus apparent en 1955. Les courbes de la température de cette année, à 25 m et 50 m, montrent des oscillations considérables en juin-juillet, dues à une succession de vents d'Est et d'Ouest, les effets des deux vents étant opposés comme on le verra plus bas. Les courbes des températures de F. BERNARD (1939), à Monaco, montrent des oscillations analogues à 50 m.

Salinité. — Les salinités observées à Villefranche, à la station A, varient entre 36,84 ‰ et 38,24 ‰, ces deux extrêmes étant tous les deux exceptionnels.

Les maxima, les minima et les moyennes générales sont donnés par le tableau suivant établi d'après les observations à la station A (1 m, 25 m, 50 m) et la station B (100 m et 200 m) :

TABLEAU VIII
SALINITÉS MAXIMUMS, MINIMUMS ET MOYENNES

Profondeur en m	Minimum	Maximum	Moyenne générale
1	36,84	38,24	37,89
25	37,61	38,21	37,99
50	37,79	38,06	37,96
100	37,82	38,13	37,95
200	37,91	38,34	38,16

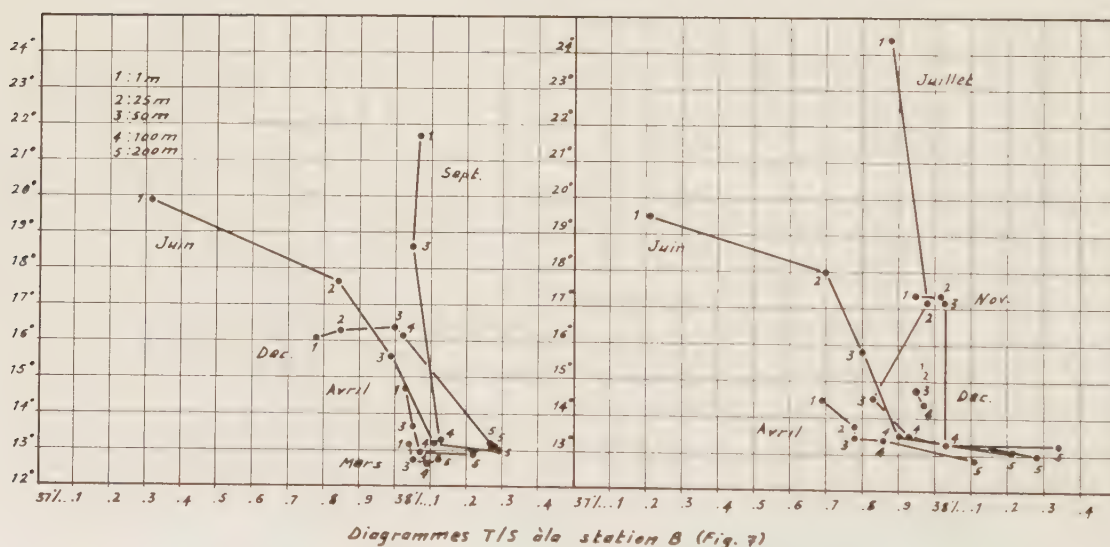


FIG. 7. — Diagrammes T/S, station B. Diagrammes de gauche : 1953; St. B 4 (mars), St. B 5 (avril), St. B 6 (juin), St. B 7 (septembre). Diagrammes de droite : 1954; St. B 9 (avril), St. B 10 (juin), St. B 11 (novembre), St. B 12 (décembre); 1955, St. B 16 (juillet).

En toutes saisons, la salinité à 200 m est sensiblement plus élevée qu'à tous les autres niveaux. C'est à partir de cette profondeur, en effet, que peut s'observer l'influence de la « couche intermédiaire » de J. N. NIELSEN (1912), provenant de la Méditerranée

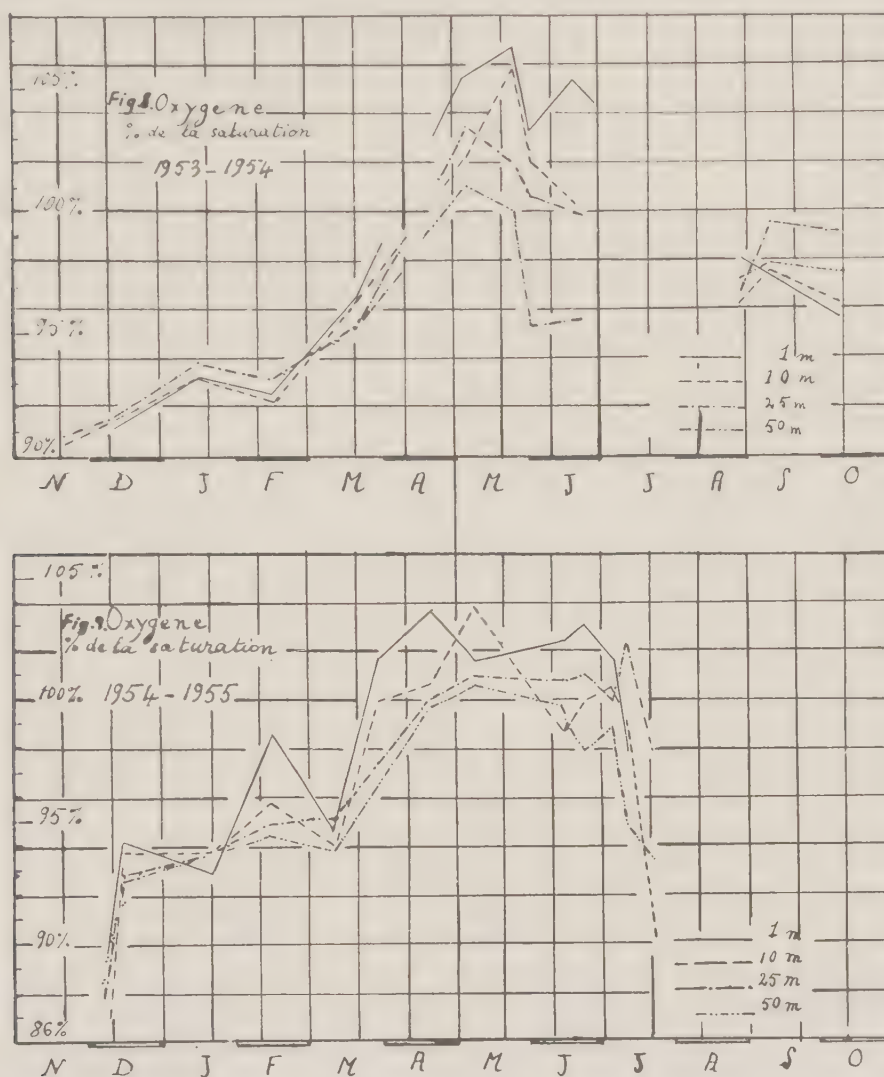


FIG. 8 et 9. — Pourcentage de saturation en oxygène à la station A (1953-1954; 1954-1955).

orientale. Les diagrammes T/S de la figure 7 montrent également les eaux bien différenciées à ce niveau.

Le cycle de l'oxygène (fig. 8 et 9). — La tension en oxygène, calculée en pour-cent de la saturation, présente un maximum annuel bien défini au printemps. La hausse commence chaque année en mars et se poursuit jusqu'en mai-juin pour décroître ensuite en été. De mars-avril à juin-juillet, les eaux sont sursaturées en oxygène, surtout

dans les 25 premiers mètres : 106,8 % à 1 m en mai 1954; 103,9 % à 10 m en mai 1955.

Cette sursaturation est due à l'activité photosynthétique, non seulement du phytoplancton, mais aussi des algues fixées et des Posidonies.

A 100 m et 200 m, la tension en oxygène varie respectivement entre 78,2 % et 97,7 %, et entre 69,7 % et 97,1 %. Ces variations ont lieu généralement dans le sens opposé à ceux de la salinité : le minimum observé à 200 m correspond à 38,34 % et le maximum à 37,97 %.

Toutes les observations effectuées aux stations A et B sont données en appendice.

Les sels nutritifs. — Les renseignements actuellement existants sur la teneur en sels nutritifs des eaux méditerranéennes demeurent fragmentaires et localisés. Ils proviennent : *a)* de l'expédition du « Dana », en 1928-1930, dont les résultats ont fait l'objet d'un rapport de HELGE THOMSEN en 1931; *b)* des travaux de F. BERNARD (1938-1939), à Monaco, Banyuls et Alger; *c)* de l'expédition de l'« Atlantis », en 1948, dont les résultats ont été publiés dans le *Bulletin hydrographique*, en 1952.

Les travaux d'ERCEGOVIC (1936) ont été effectués dans les eaux côtières de l'Adriatique orientale moyenne, dont les conditions ne semblent pas comparables à celles de la Méditerranée proprement dite. Les deux expéditions n'ont étudié du bassin occidental que sa partie Sud.

Seuls les travaux de BERNARD s'étendent sur plusieurs années et renseignent sur le cycle des sels nutritifs jusqu'à 1 000 m de profondeur.

Toute comparaison entre des observations sur les sels nutritifs ne peut être faite qu'en tenant compte : *a)* de la *possibilité de variations à long terme*, cycliques ou non, menant vers un enrichissement ou un appauvrissement progressif des eaux; *b)* des *influences locales* qui peuvent être très différentes suivant les années et, bien entendu, les lieux; *c)* des *méthodes d'analyse* et des instruments colorimétriques employés pour ces dosages particulièrement délicats et dont dépend l'importance de l'erreur personnelle, différente suivant les méthodes et suivant les auteurs.

La teneur en *phosphates* des stations étudiées par F. BERNARD, en 1937-1938, au large de Monaco, est sensiblement plus faible que celle observée dans les eaux de Villefranche, mais lui demeure cependant comparable. Les nitrates, par contre, sont excessivement plus élevés. Ces différences s'expliquent par les influences locales, très différentes pour les deux sites. D'après BERNARD (1939), la haute concentration des nitrates des eaux étudiées par lui est due aux eaux de pluie et de ruissellement. La baie de Villefranche, par contre, ne reçoit pas d'apport d'eaux douces de la côte et sa salinité est toujours comparable à celle des eaux du large. Enfin, les pluies en 1953-1955 ont été très faibles par rapport à Monaco en 1937-1938 : 490 m/m par an au maximum, pour 1 050 m/m en 1937 à Monaco (d'après BERNARD).

Les eaux de Villefranche ont présenté une concentration en phosphates variant entre 0,00 micro-atome-gramme $\text{PO}_4/\text{P/l}$ et 0,45. Les observations du mois d'août 1955, très élevées, sont dues moins au phosphore minéral qu'aux débris organiques en suspension, abondants à ce moment-là par suite de la décomposition des Posidonies et que l'acidité des réactifs décompose au moment de la réaction. Le tableau IX donne les valeurs observées entre février et août 1955.

Les prélèvements à 0 m sont effectués du môle de la station; ceux à 100 m et 200 m à la station B, les autres à la station A. De l'examen de ces chiffres, il apparaît :

TABLEAU IX
PHOSPHATE (février à août 1955).

Profon- deur en m	Dates																	
	Février	Mars				Avril			Juin					Juillet			Août	
	15	14	20	28	18	22	28	14	15	17	23	24	4	12	22	25	31	
0	0,45	0,13	0,12	—	—	—	—	0,0	0,07	—	0,22	—	—	—	—	0,82	—	
1	0,45	—	—	0,26	—	0,26	0,22	1	—	0,13	—	0,13	0,23	0,23	0,17	—	0,82	
10	0,45	—	—	0,26	—	0,26	—	—	—	0,13	—	0,13	0,23	—	0,22	—	0,82	
25	—	—	—	0,26	—	—	—	—	—	0,13	—	0,13	0,23	—	0,17	—	0,82	
50	—	—	—	0,26	0,26	0,26	—	—	—	0,13	—	0,13	0,23	—	0,22	—	0,82	
100	—	—	—	0,26	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
200	—	—	—	0,26	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—	0,26	—	—	0,90	

TABLEAU X
RÉPARTITION DES PHOSPHATES DANS LE CANYON DE VILLEFRANCHE
EN JUILLET 1955 (MICRO-AT. G. PO₄-P/l)
(pour les positions des stations C et D, voir plus loin).

Profondeur en m	Stations			
	A 43	B 16	C	D
1	0,16	0,22	0,25	0,16
25	0,16	0,20	0,19	0,27
50	0,22	0,20	0,31	0,22
100	—	0,33	—	0,30
200	—	—	0,44	0,52
300	—	0,38	0,44	0,46
400	—	—	0,49	0,71
500	—	0,44	0,55	0,71
600	—	—	0,41	0,49
800	—	—	0,38	0,47
1 000	—	—	0,38	0,33

a) que les phosphates ne sont tombés qu'une seule fois à zéro. Ce fait est certainement explicable par la proximité du rivage. L'examen microscopique des échantillons d'eau destinés aux comptages révèle la présence en toute saison de débris d'algues, de cadavres et d'excréments d'animaux en suspension, dont la décomposition constitue un apport continu de phosphates dans cette baie. Pour cette même raison, *b)* les phosphates n'ont pas présenté de variations saisonnières, mais des variations de courte durée et qui, d'ailleurs, ne présentent aucun parallélisme avec le cycle du phytoplancton (Diatomées et Péridiniens). Enfin, *c)* la répartition verticale des phosphates est homogène dans la couche épiplanctonique et ne présente pas encore d'accroissement sensible au niveau des 200 m.

Le taux des phosphates aux stations C et D présente un maximum dans la « couche intermédiaire » de Nielsen correspondant au maximum de la salinité et au minimum en oxygène. Ce fait ne semble pas avoir été observé par le « Dana », ni l'« Atlantis » dans le Sud du bassin occidental.

Nitrates. — Les nitrates n'ont été dosés que de mars à août 1955, dans le but d'établir leur rapport aux phosphates dans les eaux étudiées. Contrairement aux phosphates, les nitrates diminuent sensiblement en été et peuvent être totalement absents. Leur concentration se maintient autour de 1,5 micro-atome-gramme $\text{NO}_3/\text{N/L}$ de mars à juillet, puis tombe à 0,00-0,37 en août. Cette diminution ne se fait sentir que dans les eaux de surface; leur concentration à 200 m demeure très élevée en août : 4,40. Les observations figurent sur les tableaux donnés plus bas.

TABLEAU XI
RAPPORT N/P DE MARS A AOÛT 1955 (ST. A)

Date	Nitrates	Phosphates	N/P
17 mars.	1,5	0,12	12,5
28 mars.	1,5	0,26	5,7
12 juillet.	1,27	0,26	4,8
22 juillet.	0,88	0,16	5,5
5 août.	0,00	—	—
25 août.	0,37	0,82	0,04
31 août.	0,33	0,82	0,04

TABLEAU XII
RAPPORT N/P DANS LES COUCHES PROFONDES

Station IV 25 km S du cap de Nice (22-7-1955)				« Atlantis » n° 4726 37°26' N, 7°00' E (Mai 1948)			
Profondeur en m	NO_3/N	PO_4/P	N/P	Profondeur en m	NO_3/N	PO_4/P	N/P
1	0,88	0,16	5,5	1	0,7	0,07	10
25	0,88	0,27	3,2	75	0,8	0,08	10
50	1,32	0,22	6	100	0,7	0,09	7,7
100	4,40	0,30	14,7	149	2,2	0,13	17
200	4,40	0,52	8,4	199	3,3	0,18	18,3
300	5,70	0,46	12,4	249	5,3	0,21	25,2
400	5,70	0,71	8	299	7,6	0,26	29
500	5,70	0,71	8	349	6,9	0,29	23,7
590	6,05	0,49	12,5	398	7,6	0,35	21,7
770	6,05	0,47	12,8	498	9,5	0,39	24,3
950	6,05	0,33	18,6	596	8	0,38	21
—	—	—	—	695	8,4	0,39	21,5
				794	8,7	0,38	22,8
				893	9,5	0,38	25
				992	8	0,40	20
				1 191	9,1	0,40	22,7
				—	—	—	—

Rapport des nitrates aux phosphates. — Les observations sur le rapport N/P (en atome-grammes) sont données en deux tableaux. Le premier montre les variations de ce rapport dans les eaux de la baie (station A) de mars à août; le second donne les observations effectuées à la station D, du 22 juillet 1955, en comparaison avec une station de l'« Atlantis ».

Le rapport des nitrates aux phosphates n'est pas constant dans la couche photique et diminue de l'hiver au printemps et à l'été. Il est possible que cela soit dû à une assimilation sélective par le phytoplancton et les algues fixées. Enfin, il est incomparablement plus élevé dans les couches profondes de la Méditerranée que dans les océans.

La répartition des sels nutritifs dans les eaux du canyon sera reconsidérée plus loin.

Le régime des vents et l'hydrologie de la baie.

Le régime des vents a une importance primordiale pour l'interprétation de l'hydrologie de la baie de Villefranche. La circulation et la stabilité verticale des eaux en dépendent. Par l'intermédiaire de ces deux facteurs, les vents agissent également sur le phytoplancton et constituent ainsi un facteur écologique des plus importants.

Deux exemples permettront de préciser les effets hydrologiques des deux vents dominants.

Le vent d'Est. — Il est bien connu que tout vent soufflant parallèlement à la côte, celle-ci étant située sur la droite, crée un courant de surface dirigé perpendiculairement à la côte. L'accumulation (ou « piling-up ») des eaux du large le long de la côte a pour effet de créer en profondeur un courant de compensation dirigé vers le large. Cette théorie s'applique au vent d'Est et se trouve vérifiée par les observations. Nous avons observé très fréquemment à Villefranche que les eaux de surface, repoussées du large dans la baie, se mélangent avec les eaux de celle-ci et le mouvement gagnant peu à peu en profondeur, au bout d'un certain temps, les eaux de la baie deviennent quasi homogènes. Les caractéristiques de salinité et de température ainsi acquises par ces eaux sont très rapprochées de celles des eaux superficielles. La profondeur atteinte par ce mouvement est variable. Elle dépend de la durée et de la force du vent, ainsi que du degré de stratification des eaux. Son amplitude est sensiblement plus grande l'hiver — les différences de densité étant minimales sinon nulles — qu'en été. Si, l'été, elle n'est que de quelques dizaines de mètres, elle atteint en hiver les couches profondes jusqu'à 200-300 m, au large de la baie. Pour les mêmes raisons, toutefois, le phénomène est mieux observable au printemps et en été. Les deux séries d'observations du tableau XIII, effectuées à la position A, sont séparées par une période dominée par un régime de vent d'Est.

TABLEAU XIII

EFFETS DU VENT D'EST SUR LA SALINITÉ,
LA TEMPÉRATURE, LA DENSITÉ ET LA STABILITÉ (ST. A)

Profondeur en m	22 mai 1953			8 juin 1953		
	t°	S ‰	σ_t	t°	S ‰	σ_t
1	19°84	37,88	27,02	17°97	37,98	27,57
10	17°14	37,98	27,79	17°91	37,98	27,60
25	15°92	38,03	28,12	17°91	37,98	27,60
Stabilité de 1 m à 25 m = 44				Stabilité de 1 m à 25 m = 1		

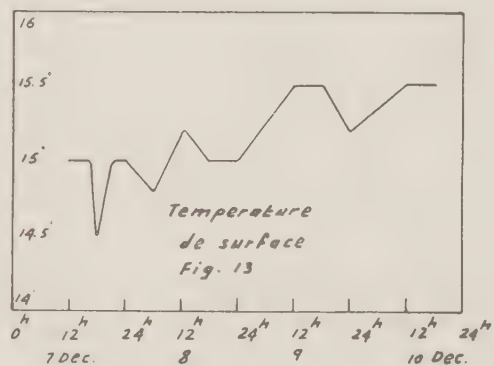
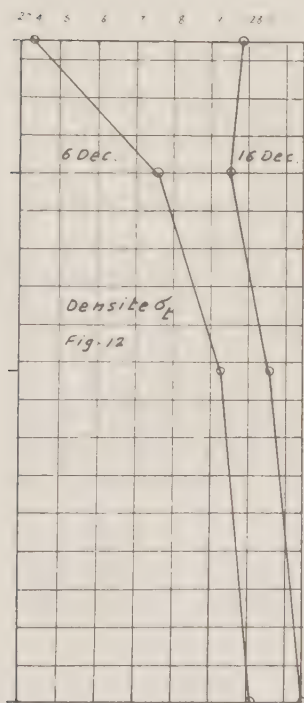
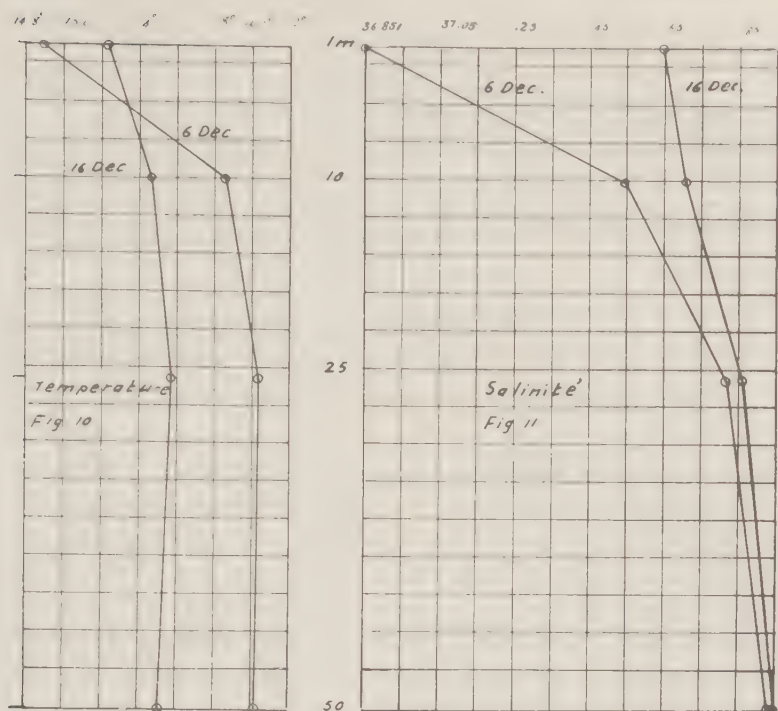
On peut constater que sous l'action du vent d'Est les eaux sont devenues quasi homogènes jusqu'à 25 m et que la stabilité verticale est passée de 44 à 1. Dans tous les autres cas observés, le vent d'Est a eu pour effet de réduire les écarts de température, de salinité et de densité entre les couches affectées, rapprochant ainsi la stabilité de zéro. Ces conclusions sont en accord avec les observations d'IDRAC (1934) sur l'effet thermique du vent d'Est.

Le vent d'Ouest ou « Mistral » et les remontées d'eaux. — Les effets hydrologiques du vent d'Ouest sont à l'opposé de ceux du vent d'Est. Les eaux de surface de la baie sont repoussées vers le large et leur déplacement crée un courant de compensation ascendant (ou « up-welling ») qui peut finalement amener en surface des eaux du canyon sous-marin prolongeant la baie. Ces remontées d'eaux, connues empiriquement de longue date et associées à des chutes de température soudaines, ont été démontrées par les observations d'IDRAC (1933-1934), confirmées par ROMANOWSKY (1950). C'est à ces remontées d'eaux provoquées par le mistral — et à la proximité des grandes profondeurs — que la baie de Villefranche doit sa richesse et la variété de sa faune et de sa flore planctoniques. Il nous a été possible d'observer ce phénomène de nombreuses fois, il suffira d'analyser l'exemple très caractéristique du mois de décembre 1954.

Le 6 décembre 1954, la couche de surface (station A) était fortement dessalée par les eaux de pluie, la salinité, 36,85 ‰ à 1 m, augmentait d'abord rapidement jusqu'à 10 m, puis graduellement jusqu'au niveau des 50 m où elle atteignait 37,93 ‰. Par suite du refroidissement de l'atmosphère, la température était de 1°10 plus faible en surface qu'à 50 m. La densité augmentait régulièrement avec la profondeur, indiquant une stratification stable des couches d'eau. La couche de surface se différenciait ainsi des couches sous-jacentes par une salinité, une température et une densité sensiblement plus faibles. Durant les dix jours qui ont suivi, de fortes rafales de vent d'Ouest et Sud-Ouest (dépassant 14 m/s) ont eu lieu, entrecoupées de vent d'Est accompagné d'orages pluvieux. Des observations de température, effectuées 4 fois par jour au pied du débarcadère de la station zoologique, ont permis de constater une *augmentation* de température par paliers (voir fig. 13). Cette augmentation atteignait son maximum les 9 et 10 décembre, deux à trois jours après la levée de mistral, et déclinait ensuite. L'écart atteint était de +1° le 9 décembre, quoique la température atmosphérique, relevée en même temps, ait sensiblement baissé (—2° pour les moyennes quotidiennes).

Le 16 décembre, une deuxième série d'observations fut effectuée à la station A et donna une répartition de la salinité, de la température et de la densité tout à fait différente (tableau XIV; fig. 10, 11 et 12). La température a augmenté, à 1 m, de 0°34 et la salinité de 0,80 ‰ en dépit de fortes chutes de pluies (48,6 mm). Egalement à 10 m, 25 m et 50 m la salinité s'est élevée, mais, par contre, la température accuse une baisse sensible et l'écart entre les deux stations est plus considérable à 50 m qu'aux autres niveaux. Quant à la densité, elle révèle qu'en surface s'étend une couche d'eau un peu plus dense que les eaux directement sous-jacentes jusqu'à 15 m, et donc une stratification encore instable en voie de se rétablir.

L'augmentation en densité des eaux en surface (+0,56) et à tous les autres niveaux, en dépit des conditions atmosphériques, ne laisse pas de doute sur le fait qu'il s'est bien produit un « up-welling ».



Evolution des T , S , et σ_t du 6 au 16 Décembre 1954 dans la baie de Villefranche

FIG. 10 à 12. — Evolution des températures, salinités et densités à la station A à la suite d'un coup de mistral.

FIG. 13. — Température de surface relevée du 7 au 10 décembre, du débarcadère de la station zoologique.

TABLEAU XIV

EFFETS DU MISTRAL SUR LA SALINITÉ,
LA TEMPÉRATURE ET LA DENSITÉ AU MOIS DE DÉCEMBRE 1954 (ST. A)

Profondeur en m	Température			Salinité			Densité σ_t		
	6 déc.	16 déc.	Diff.	6 déc.	16 déc.	Diff.	6 déc.	16 déc.	Diff.
				%	%				
1	14°90	15°24	+0,34	36,85	37,65	+0,80	27,43	27,99	+0,56
10	15°86	15°47	-0,39	37,55	37,71	+0,16	27,78	27,95	+0,19
25	16°04	15°58	-0,40	37,82	37,86	+0,04	27,93	28,06	+0,14
50	16°02	15°51	-0,51	37,93	37,95	+0,02	28,01	28,15	+0,14

De ces observations, on peut tirer les conclusions suivantes : 1° L'action du mistral a été suivie d'une *substitution* à la couche de surface d'une masse d'eau ayant les caractéristiques des eaux plus profondes de la baie à cette époque de l'année (salinité et température plus élevées, densité plus grande), et à ces dernières, de masses d'eau plus salées, plus froides et plus denses, provenant du canyon sous-marin prolongeant la baie. 2° La profondeur de la colonne d'eau ébranlée dépasse certainement 50 m. En effet, la densité de surface, le 16 décembre, est pratiquement égale à celle des eaux à 50 m le 6. Mais l'amplitude réelle du phénomène est certainement plus grande. Elle a été masquée, d'une part, par la pluie, d'autre part, par le vent d'Est qui a soufflé entre les rafales de mistral, freinant ainsi le courant ascendant. D'une manière générale, l'amplitude de ce phénomène varie à Villefranche suivant le degré de stratification des eaux, et suivant la durée et la force du vent. Pour un vent d'une force et d'une durée égales, la colonne d'eau ébranlée sera plus grande en hiver, à la période d'homothermie, qu'en été. 3° Contrairement à l'opinion admise, le mistral n'est pas nécessairement associé à un refroidissement des eaux. Le vent d'Ouest, soufflant au début de l'hiver, peut, comme on l'a vu, avoir pour effet d'augmenter la température en surface. 4° Aucune augmentation du taux des sels nutritifs ni de la production du phytoplancton n'a été observée à la suite du mistral. Le courant ascendant de Villefranche ne semble pas être un agent d'enrichissement des eaux de surface, contrairement à ce qui se produit le long de la côte africaine de l'Atlantique Sud (courant du Benguela), de la côte du Pérou ou de la côte californienne. Ceci permet de penser que le phénomène n'atteint jamais les couches riches en sels nutritifs, profondes de plus de 200 m en Méditerranée.

Hydrologie du canyon sous-marin de Villefranche (juillet 1955).

Une coupe de 4 stations a été effectuée dans une direction N.-S. à partir de la position A. Ces observations ont été faites à bord du *Passeur-du-Printemps*, grâce à l'obligeance de M. V. ROMANOWSKY, Directeur du Centre de Recherches et d'Etudes océanographiques, avec le concours de M. LE FLOCH du même Centre. Voici les positions approximatives de ces stations : station A, centre de la baie; station B, 1 700 m

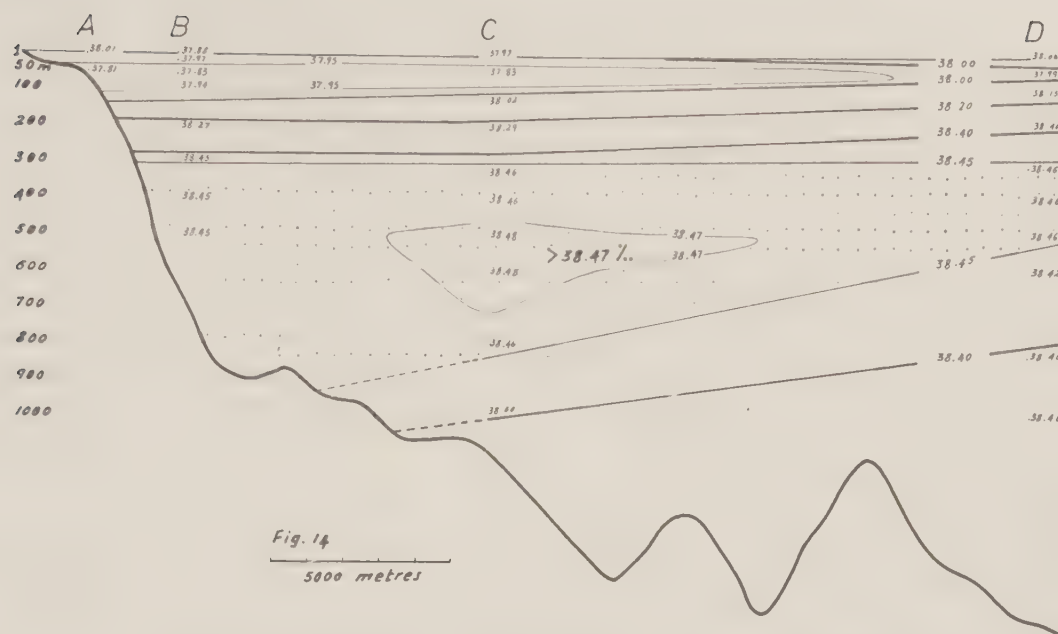


FIG. 14. — Répartition de la salinité dans le canyon de Villefranche, le 22 juillet 1955.

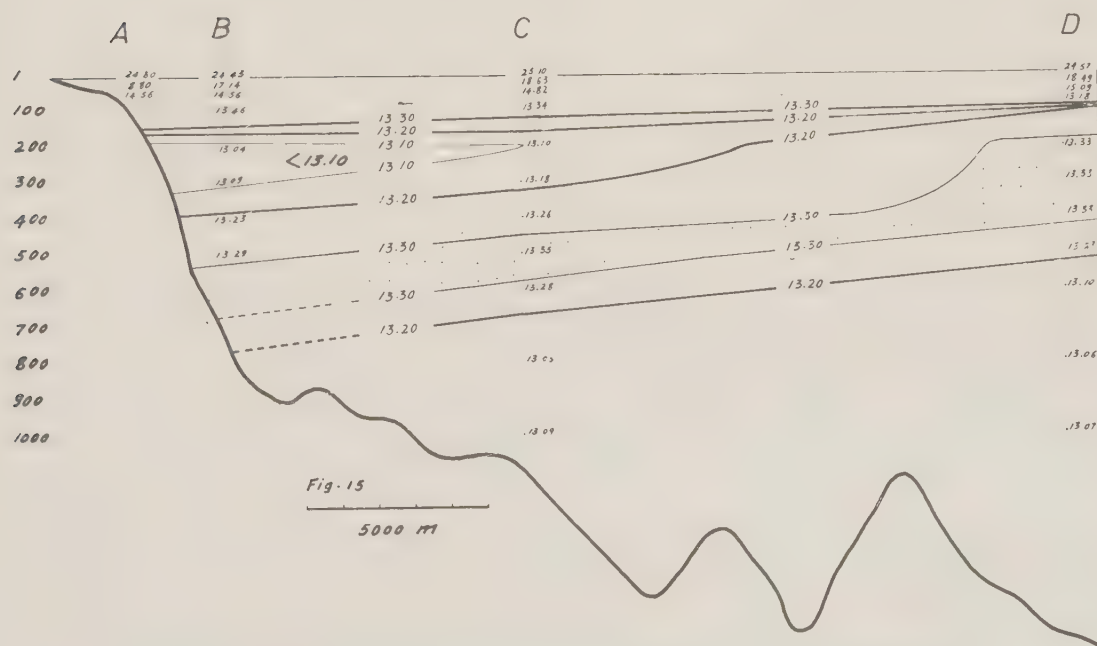


FIG. 15. — Répartition de la température dans le canyon de Villefranche, le 22 juillet 1955.

au Sud du cap de Nice; station C, 10 500 m; station D, 25 000 m. Les données obtenues semblent suffisamment significatives pour permettre d'esquisser l'essentiel de l'hydrologie du canyon, dans ses rapports, d'une part, avec le régime des vents, et, d'autre part, avec la circulation des masses d'eaux en Méditerranée (NIELSEN, 1912).

Salinité et température (fig. 14 et 15). — La salinité maximale est située entre 300 m et 600 m. Une couche d'eau intermédiaire, dont la salinité est sensiblement plus élevée que celle des eaux de surface et des eaux profondes, est observable aux 3 stations, B, C et D. Les isohalines de 38,45 ‰, délimitant cette masse d'eau, se rapprochent de la surface à mesure que l'on s'éloigne de la côte vers le Sud. La valeur du maximum de S ‰ diminue dans le même sens et passe de 38,48 ‰ à la station C, à 38,46 ‰ à la station D. C'est là la « couche intermédiaire » de salinité maximale observée par NIELSEN (1912) dans toute la Méditerranée occidentale et qui provient du bassin oriental. Cette couche intermédiaire apparaît également dans les observations de l'expédition du « Dana » (1928-1930), dans celle de l'« Atlantis » (1948), ainsi que dans celles de RICHARD, OXNER et SIRVENT (1907-1914) au large de Monaco, et de TROTTI dans la mer Ligure (1953).

La coupe de la figure 14 montre aussi, par ailleurs, la présence d'une nappe de salinité minimale, axée cette fois autour des 50 m et qui s'étend aux 4 stations, entre les isohalines de 38,00 ‰. Son épaisseur augmente à mesure que l'on se rapproche de la côte, et le minimum de salinité s'accroît dans le même sens, passant de 37,97 ‰ à la station D, à 37,81 ‰ à la station A.

TABLEAU XV

LA COUCHE DE SALINITÉ MINIMALE (22 juillet 1955)

Profondeur en m	A	B	C	D
1	38,01	37,88	37,97	38,06
25	37,97	37,95	37,94	37,97
50	37,81	37,83	37,83	37,99
100		37,94	38,02	38,15

Les moyennes générales des salinités à la station A (novembre 1952-août 1955) montrent également — compte tenu des précipitations atmosphériques sur les eaux de surface — une salinité relativement faible à 50 m (tableau XV).

Cette nappe de salinité minimale, qui apparaît également dans les stations de TROTTI (1953), entre Capo Grosso et Capo delle Mele, n'a pas d'explication dans les conditions locales de la baie et de la région de Villefranche. Elle ne peut trouver son explication que dans le régime de la circulation des eaux en Méditerranée occidentale. *Il semble probable que ce minimum de salinité soit dû à l'influence du courant de l'Atlantique*, pénétrant en Méditerranée par le détroit de Gibraltar et dont une branche se trouve déviée vers le Nord, en suivant les côtes.

Les variations de la *température* présentent des analogies avec celles de la salinité. La coupe de la figure 15 montre un maximum intermédiaire situé approximativement

au même niveau que le maximum intermédiaire de la salinité. De plus, cette couche intermédiaire de température maximale, délimitée par les deux isothermes inférieurs de $13^{\circ}20$, a son axe incliné par rapport à l'horizontale. Il est plus éloigné de la surface à mesure que l'on se rapproche de la côte. Le maximum intermédiaire est atteint à partir de 200 m à la station D ($13^{\circ}33$); à la station C, il est situé à 500 m. Sa valeur, $13^{\circ}35$, est également plus élevée à cette dernière station.

L'inclinaison des isothermes vers le bas, à mesure que l'on se rapproche de la côte, résulte de la prédominance des vents de secteur Est. Tout se passe comme si l'accumulation des eaux de surface le long de la côte, provoquée par ces vents, repoussait la couche intermédiaire — plus dense — vers le bas. Par le même effet, à une certaine distance de la côte (st. D), cette couche est *appelée* vers la surface en compensation des eaux repoussées vers la côte. La forme très caractéristique du second isotherme, de $13^{\circ}30$ (fig. 15), est à l'appui de cette interprétation.

Ainsi, par un effet indirect, le vent d'Est occasionne une remontée des eaux intermédiaires en haute mer.

En considérant, par ailleurs, la couche délimitée par les deux premiers isothermes de $13^{\circ}20$, on constate qu'elle constitue un *premier minimum* de température, précédé et suivi de températures plus élevées. Cette couche, très étroite à la station D, s'élargit sensiblement à mesure que l'on se rapproche de la côte.

Elle est également inclinée plus ou moins parallèlement à la couche qui lui fait suite, de sorte que le minimum de température situé à 100 m, à la station D ($13^{\circ}18$), n'est atteint qu'à 200 m, aux stations C et B. Ce minimum s'accroît également dans le même sens (respectivement $13^{\circ}10$ et $13^{\circ}04$).

La couche de température minimale, située approximativement à la limite inférieure des eaux affectées par les changements saisonniers de la température atmosphérique, s'est constituée, l'hiver précédent, à la période d'homothermie par un processus analogue au « cascading » décrit par COOPER et VAUX (1949). Conservant encore en juillet une température proche de celle des eaux de surface en janvier-mars, elle s'est séparée et différenciée peu à peu de l'épithalasse. Le minimum plus accentué de la température et l'amplitude plus grande de cette couche à proximité de la côte résultent de l'action du vent d'Est l'hiver précédent. Enfin, l'inclinaison des isothermes est un effet de la remontée, au large, de la couche intermédiaire.

Les sels nutritifs. — La répartition des phosphates dans les eaux du canyon est non moins significative. Les plus hautes concentrations en phosphates (tableau X) sont celles de la couche intermédiaire, considérablement plus élevées que celles des eaux de surface et même des eaux profondes. La richesse en phosphates de la couche intermédiaire permet de la caractériser comme étant constituée par des eaux « âgées », ayant quitté la couche photique depuis plus longtemps que les eaux à 800-1 000 m. Ceci confirme les conclusions tirées des indices de salinité et de température de la couche intermédiaire.

Le maximum intermédiaire des phosphates n'apparaît pas dans les eaux étudiées par F. BERNARD au large de Monaco (1937), ni dans les stations du « Dana » ou de l'« Atlantis » dans le Sud du bassin occidental.

Contrairement aux phosphates, les nitrates augmentent continuellement avec la profondeur et ne présentent pas de maximum intermédiaire.

Conclusions.

1. — Les vents de secteur Est, prédominants, provoquent l'accumulation des eaux de surface le long de la côte. Ce régime a pour conséquence, en hiver, l'homogénéisation des eaux côtières jusqu'à une profondeur approximative de 300 m; en été, occasionnellement, de quelques dizaines de mètres. Des courants de compensation se forment, dirigés, l'un, de la côte vers le large, en profondeur; l'autre, en haute mer, de la « couche intermédiaire » vers la surface.

2. — Les rafales de vent d'Ouest occasionnent des remontées d'eaux (up-welling) du fond de la baie vers la surface et du canyon sous-marin vers la baie. Par suite de la discontinuité du vent d'Ouest, l'amplitude de ce mouvement est relativement limitée et n'atteint pas les couches riches en sels nutritifs.

3. — La couche intermédiaire de salinité et de température maximales, originaire du bassin oriental (NIELSEN), est observable dans le canyon de Villefranche. Elle est ici caractérisée également par un maximum en phosphates. Sa profondeur est affectée par les vents de secteur Est : repoussée vers le fond le long de la côte, elle subit un mouvement ascendant en haute mer. La dénivellation est de plusieurs centaines de mètres.

4. — Une nappe d'eau de salinité relativement faible, axée autour des 50 m, est observable aussi bien dans la baie qu'en haute mer. Elle résulte de l'influence d'une branche du courant atlantique déviée vers le Nord.

LE CYCLE QUANTITATIF DES DINOFLAGELLÉS

Le cours annuel du cycle quantitatif des Périдиниens en surface est donné par les graphiques I, II et III (fig. 16, 17 et 18) représentant les observations des années 1953, 1954 et 1955. Seul, le graphique I (1953) a été établi d'après les prélèvements effectués au filet fin horizontal, suivant une méthode constante (voir chapitre I) et les chiffres sont obtenus après étalonnage du filet. Les graphiques II (1953-1954) et III (1954-1955) sont établis d'après les prélèvements d'un litre, à la bouteille.

Les 3 graphiques présentent des analogies frappantes.

1° Dans les trois années, une augmentation massive des Périдиниens a lieu au printemps. C'est à partir de mars ou avril, suivant les années, que la production s'accélère.

Les maxima annuels, variables en grandeur, ont toujours lieu en mai-juin. En 1953, la floraison printanière débute au début de mars; en 1954, début avril, et le maximum de l'année, observé le 2 juin 1954 (4 300/l), représente 172 fois la valeur du minimum de l'hiver précédent. En 1955, cette phase débute un mois plus tôt, le 10 mars, et le maximum, observé le 17 juin (3 300/l), est 83 fois plus élevé que le minimum de l'année.

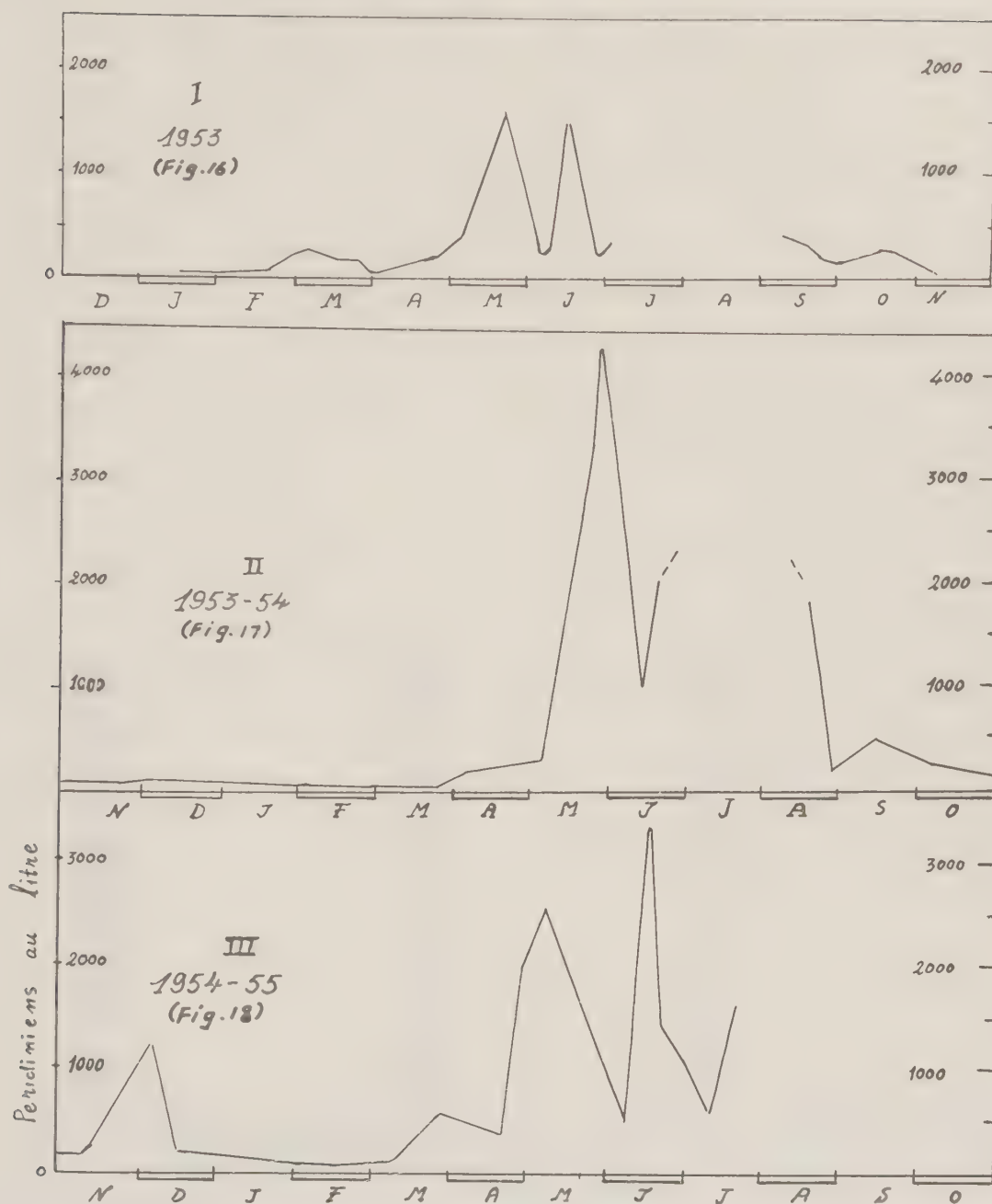


FIG. 16, 17 et 18. — Cycle quantitatif des Péridiniens à la station A, dans les eaux de surface (1953-1955).

2° La phase de floraison printanière est suivie d'un déclin graduel en été, puis d'un maximum secondaire de faible amplitude en automne.

3° Entre fin octobre et le début de la phase printanière, la production chez les Péri-

diniens est à son minimum. Les valeurs obtenues, les plus faibles de l'année, sont du même ordre de grandeur pour les 3 cycles.

La courbe est pratiquement parallèle à la ligne des abscisses indiquant une marge de variation extrêmement étroite (à l'exception de la station du 6 décembre 1954 étudiée plus loin). La période du minimum hivernal dure de cinq à six mois suivant les années.

4° Dans les trois années, la période printanière présente des fluctuations brusques et de grande amplitude, suivies de retour au niveau normal de la saison.

Tout se passe comme si le facteur inhibiteur causant ces chutes n'apparaissait que d'une manière discontinue. En 1953, 2 minima et 2 maxima s'observent en juin. En 1954, un seul minimum en juin. Par contre, en 1955, 3 minima ont lieu : le 22 avril, le 10 juin et le 12 juillet.

En prenant donc comme critère la valeur numérique au litre, on peut diviser le cycle écologique des Périidiniens dans les eaux de Villefranche en 3 phases :

1° Phase d'épanouissement printanier, durant laquelle les conditions écologiques optima se trouvent réunies chaque année.

2° Phase estivo-automnale, comprenant le repos estival et le maximum secondaire de l'automne.

3° Phase hivernale de production minimum, qui comprend, en fait, la fin de l'automne en plus de l'hiver.

Ces 3 phases sont caractérisées non seulement par l'ordre de grandeur de la productivité, mais aussi par des « associations » planctoniques différentes, soit par la composition systématique, soit par les proportions numériques des espèces entre elles.

Elles seront étudiées successivement en tenant compte : *a*) des conditions hydrologiques *in situ* (t° , S ‰, O_2 ‰, σ_t , stabilité des eaux) au moment du prélèvement et dans les jours précédents; *b*) de la composition systématique.

Dans ce qui suit, les observations, constituant des « moments » de ce cycle, sont groupées par phases, chaque série de stations est suivie d'un court exposé sur les caractéristiques de la phase qu'elle concerne.

Observations.

I. — NOVEMBRE 1953 A MARS 1954

Station A 18, 20 novembre 1953 (fig. 19). — Cette station est homohaline (37,97 ‰) et pratiquement homotherme. La température est encore assez élevée, $18^{\circ}35$, et ne diminue que de $0^{\circ}05$ en 50 m. La densité σ_t est invariable à tous les niveaux, la stabilité verticale E' est nulle. L'insolation dans la décade qui a précédé a été forte et continue. Cependant, quoique la température et l'insolation soient favorables, le nombre de spécimens au litre est très faible et égal à la moyenne d'hiver : 40 à 49 espèces au litre, représentées chacune par 1 à 3 individus. Plusieurs espèces rares des genres *Histioneis* et *Prorocentrum*, ou sciaphiles tels les *Ceratium* : *euarcuratum*, tenue f. *inclinatum*. La composition est typiquement hivernale.

Station A 19, 10 décembre 1953 (fig. 20). — Station également homotherme et homohaline : salinité 38,01-38,02 ‰; température encore élevée, $17^{\circ}01$ en surface, ne diminue que de $0^{\circ}04$ en 50 m. La densité est invariable et la stabilité nulle. Cette station est semblable à la précédente, aussi bien par ses conditions hydrologiques que par la pauvreté quantitative et la composition systématique de ses Périidiniens.

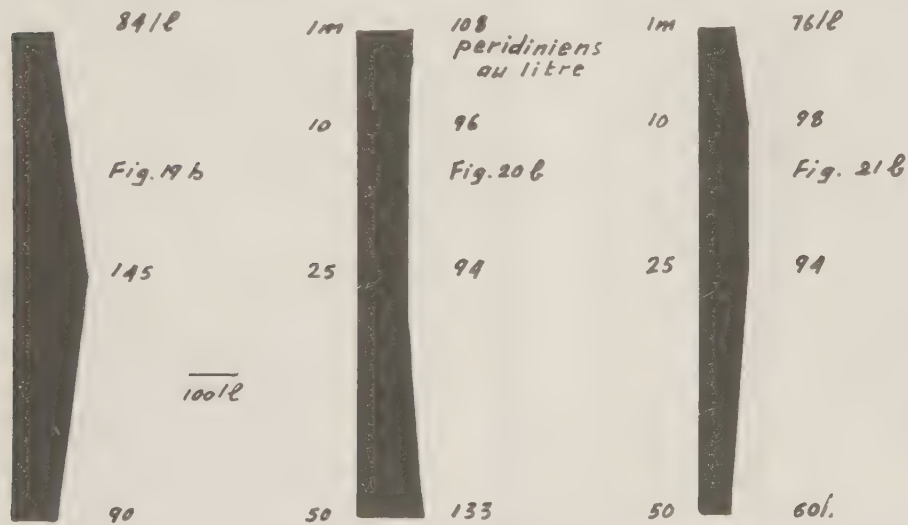
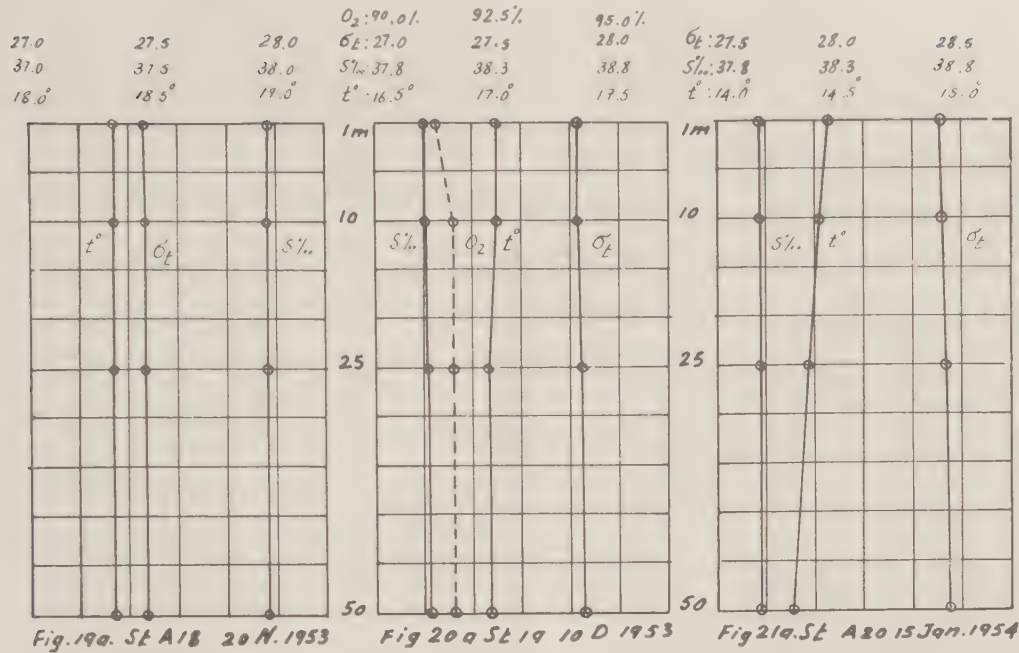


FIG. 19 a. — Station A 18, les conditions hydrologiques le 20 novembre 1953;

fig. 19 b, répartition quantitative des Périidiniens.

FIG. 20 a et b : station A 19, le 10 décembre 1953.

FIG. 21 a et b : station A 20, le 15 janvier 1954.

Station B 8, 21 décembre 1953 (fig. 22). — La salinité et la température ne représentent que des variations restreintes dans la première couche de 100 m. La salinité a son minimum en surface (37,78 ‰) d'où elle s'accroît graduellement pour atteindre 38,27 ‰ à 200 m. La température, encore modérée, marque cependant un rafraîchissement dans les 25 premiers mètres (16°11 et 16°30), le maximum, 16°43, étant à 50 m. De 16°18 à 100 m, elle tombe à 13°20 à 200 m.

Le pourcentage de saturation en O₂ est à son maximum en surface (90,90 ‰), d'où il ne diminue qu'insensiblement jusqu'à 100 m (90,00 ‰). A 200 m, par contre, la tension en O₂

est faible (76,53 %). Enfin, la densité, invariable dans les 25 premiers mètres, augmente légèrement au-delà, mais la stabilité verticale est pratiquement nulle jusqu'à 100 m.

En ce qui concerne la quantité et la composition des Périidiniens, cette station est parfaitement analogue aux précédentes A 18 et A 19 pour la première couche de 50 m. Quelques espèces rares : *Prorocentrum dentatum*, *Citharistes regius*, *Phalacroma expulsum* et 2 *Histioneis* sp.

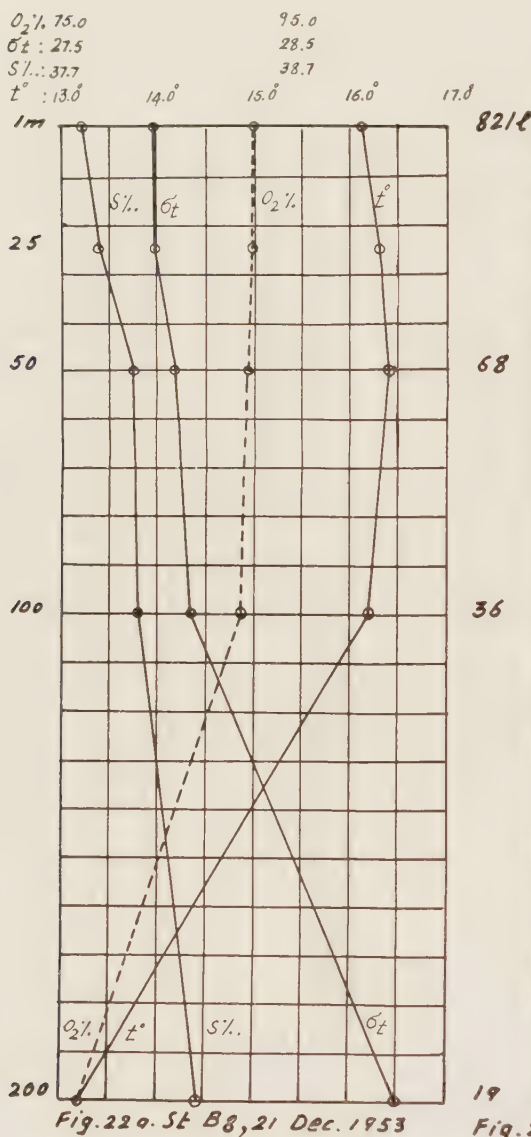


FIG. 22 a. — Station B 8, les conditions hydrologiques le 21 décembre 1953.

FIG. 22 b. — Répartition quantitative des Périidiniens.

face à 37,79 ‰ à 50 m. Par suite de cette répartition de la salinité, la densité augmente avec la profondeur, indiquant un début de stratification. En dépit de ces conditions, les Périidiniens sont à leur minimum de l'année.

Respectivement à 1 m, 10 m, 25 m et 50 m : 28, 29, 25 et 28 spécimens ont été comptés au litre.

Station A 20, 15 janvier 1954 (fig. 21). — Station homohaline (37,98 ‰) et homotherme à 0°14 près. La densité augmente peu avec la profondeur et la stabilité verticale est nulle. Le pourcentage de saturation en O₂ varie assez peu (93,24 %-93,93 %).

Ainsi qu'aux stations précédentes, la répartition verticale des Périidiniens est homogène et la quantité très faible. Trois espèces sont plus fréquentes : *Heterodinium detonii*, *Oxytoxum scolopax* et *Podolampas palmipes*.

Station A 21, 17 février 1954 (fig. 23). — Station également homohaline (38,03-38,02 ‰) et homotherme à 0°04 près (13°09 en surface). La densité est invariable et la stabilité verticale nulle. Plusieurs espèces sciaphiles ont été observées dans les prélèvements au filet de surface : *Ceratium coarctatum*, *C. longissimum*, *C. symmetricum*, *C. arietinum gracilentum*, *Peridinium sphaericum*.

Station B, 11 mars 1954. — Température de surface 12°98, proche du minimum annuel. La répartition verticale des Périidiniens est homogène jusqu'à 25 m, diminuant légèrement à 50 m. Environ 30 espèces sont représentées par 1 spécimen au litre, quelques autres par 3 à 8 individus. Ce sont : *Oxytoxum scolopax*, *Heterodinium detonii*, *Ceratium fusus*, *Prorocentrum micans*, *Dinoporella globulus*.

Les observations ayant été interrompues ce jour-là par suite d'un soudain changement dans l'état de la mer, aucun prélèvement hydrologique n'a pu être effectué.

Station A 22, 19 mars 1954 (fig. 24). — Station homotherme à 0°1 près (12°93 à 13°01). La salinité passe de 37,23 ‰ en surface à 37,79 ‰ à 50 m.

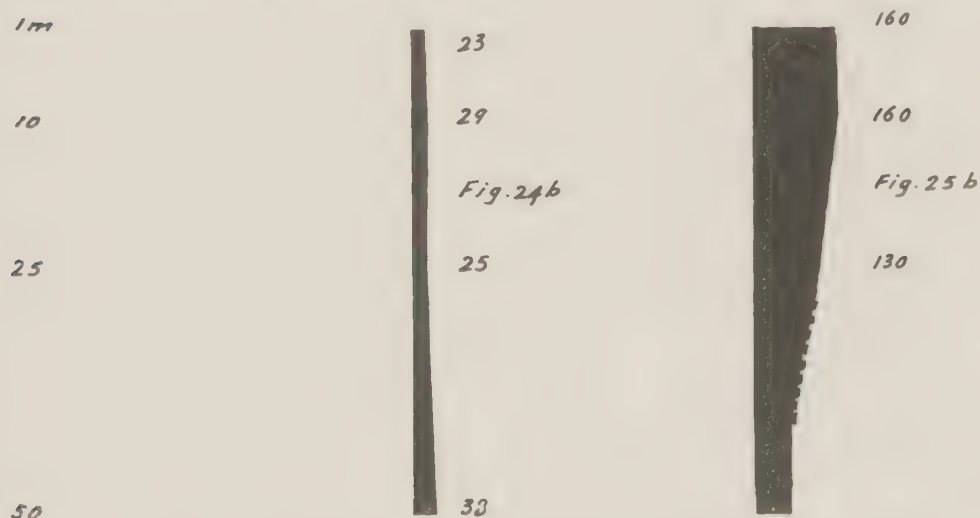
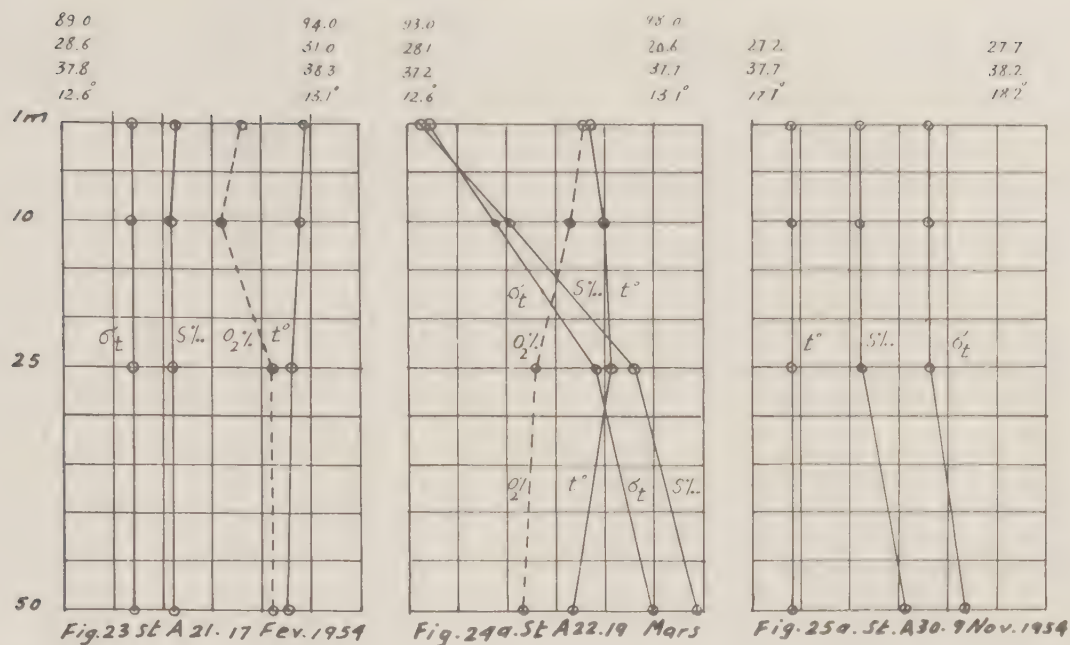


FIG. 23. — Station A 21, les conditions hydrologiques le 17 février 1954.

FIG. 24 a. — Station A 22, les conditions hydrologiques le 19 mars 1954.

FIG. 24 b. — Répartition quantitative des *Péridiniens*.

FIG. 25 a et b. — Station A 30, le 9 novembre 1954.

II. — NOVEMBRE 1954 A MARS 1955

Station A 30, 9 novembre 1954 (fig. 25). — Station homotherme et pratiquement homohaline. La température est encore modérée : $17^{\circ}78$. La salinité (37,92 ‰) augmente de 0,09 ‰ entre 25 m et 50 m. La densité σ_t , invariable jusqu'à 25 m, n'augmente que de 0,1 entre ce niveau et celui des 50 m. Partout la stabilité verticale est nulle.

En dépit de la température élevée et de la forte insolation dans la décade précédente, quan-

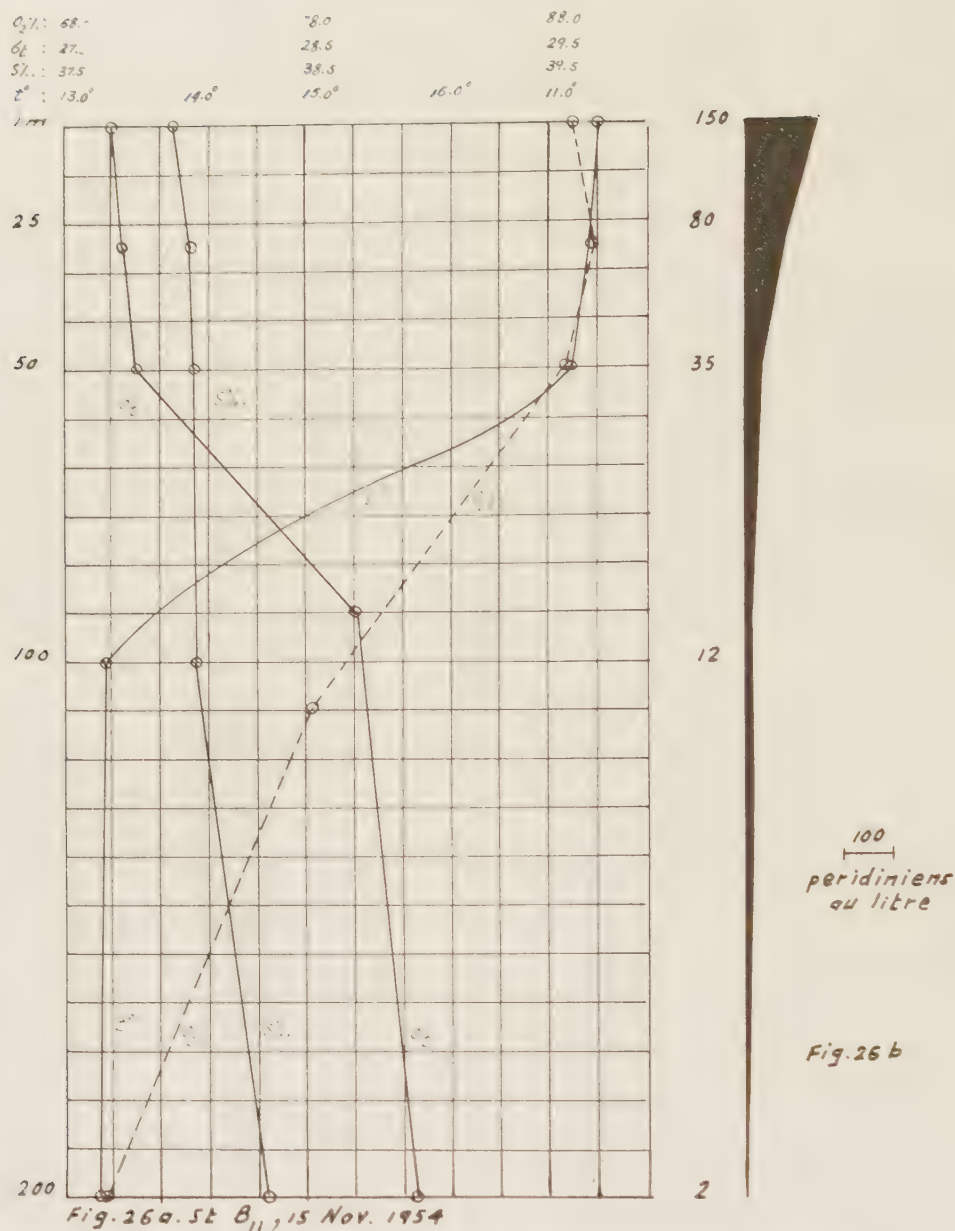


FIG. 26 a. — Station B 11, les conditions hydrologiques le 15 novembre 1954.

FIG. 26 b. — Répartition quantitative des Périidiniens.

titativement, les Périidiniens sont très proches du niveau de l'hiver. La répartition verticale est pratiquement homogène. La composition est un mélange d'espèces estivales, telles que *Goniodoma sphaericum* et *Peridinium Brochi*, destinées à disparaître des prélèvements quantitatifs, et d'espèces hivernales : *Heterodinium detonii*, *Oxytorum scolopax*, en plus des espèces pérennes.

Station B 11, 15 novembre 1954 (fig. 26). — A cette station, les 50 premiers mètres ne présentent que des variations restreintes pour la salinité, la température et la tension en O₂. La

température, encore modérée ($17^{\circ}41$ en surface), ne diminue que de $0^{\circ}23$ en 50 m, mais le gradient s'élève dans les 50 m suivants (de $17^{\circ}18$ à $13^{\circ}32$). La salinité passe de 37,95 ‰ en surface à 38,03 ‰ à 50 m; elle demeure constante jusqu'à 100 m pour s'élever finalement à 38,34 ‰ au niveau des 200 m.

La courbe de la densité est assez symétrique par rapport à celle de la température, présentant un accroissement considérable entre 50 m et 100 m. La stabilité verticale, pratiquement nulle dans la première couche de 50 m, s'élève à +18 dans les 50 m qui suivent.

La densité numérique des Périidiniens décroît rapidement avec la profondeur. En surface, elle est encore du même ordre qu'à la station précédente, A 30 (150 spécimens au litre). A 25 m, elle décroît de 50 %; à 50 m, il n'y a plus que 35 spécimens au litre. La composition est analogue à celle de la station précédente. Elle est également caractérisée par un mélange d'espèces estivales survivantes (*Prorocentrum triestinum*, *Goniodoma sphaericum*) et d'espèces hivernales ou pérennes. Quelques espèces intéressantes sont à signaler : *Phalacroma expulsus*, *Prorocentrum dentatum* et *Histioneis* sp.

Station A 31, 6 décembre 1954 (fig. 27). — Le refroidissement de l'atmosphère et les fortes précipitations de début décembre ont abouti à la formation d'une couche de 10 m d'épaisseur en surface, différenciée des couches sous-jacentes et exceptionnellement riche en Périidiniens pour la saison. Cette couche de surface est caractérisée par une température déjà faible, $14^{\circ}90$, et une salinité très faible, 36,84 ‰, qui constitue le minimum des trois années.

La salinité et la température augmentent considérablement en 10 m, respectivement +0,70 ‰ et + $0^{\circ}96$ et la hausse se poursuit avec la profondeur; la température maximum est à 25 m ($16^{\circ}03$) et la salinité ‰ maximum à 50 m (37,93 ‰). La densité σ_t suit un cours parallèle à celui de ces deux indices et augmente jusqu'à la couche inférieure, l'accroissement étant plus rapide dans les 10 premiers mètres. La stabilité verticale E' est élevée : +30 entre 1 m et 10 m, +10 entre 10 m et 25 m, +3 entre 25 m et 50 m.

A cette stratification exceptionnellement stable pour la saison correspond une floraison insolite chez les Périidiniens. Le nombre de cellules au litre en surface (1 250) est égal à 895 % de la valeur observée le mois précédent et se rapproche de celle du mois d'août.

Il est intéressant de noter les espèces qui ont le mieux réagi à ces conditions favorables survenues au début de l'hiver : *Heterodinium detonii* est l'espèce dominante (420 au litre), suivie de *Prorocentrum micans*, *Exuviella baltica*, *Goniodoma sphaericum* et *polyedricum*, et, enfin, *Dinophysis recurva*. La présence en assez grand nombre de ces espèces a quelque peu modifié la physionomie générale du plancton de l'hiver 1954-1955.

Cette poussée insolite en cette saison peut être due : a) soit à l'apport d'un élément nutritif par les eaux douces provenant des petits torrents de la baie; b) soit à la stabilisation de la couche de surface et à la formation d'une « épithalasse » exceptionnelle en cette saison. Mais la première hypothèse semble peu probable, étant donné que seuls les Périidiniens ont réagi aux conditions de cette station; aucune augmentation analogue n'a été observée en effet chez les Diatomées et les Silicoflagellés recensés en même temps.

Station A 32, 16 décembre 1954 (fig. 28). — Entre cette station et la précédente, la baie a été soumise à un régime de vent d'Ouest assez fort durant plusieurs jours. Ce régime a amené des changements hydrologiques considérables : en dépit du refroidissement de l'atmosphère et des fortes précipitations, la salinité, de même que la température, accuse une augmentation sensible en surface. La couche de surface de la station précédente a disparu et fait place à une couche plus saline et à température plus élevée. La densité à 1 m est plus élevée qu'à 10 m et la stabilité E' est négative entre ces deux niveaux. Ces conditions — ainsi qu'il est démontré ailleurs — ne peuvent être dues qu'à une remontée d'eaux profondes.

Ce mélange d'eaux de surface avec des eaux d'origine profonde a eu un effet inhibiteur sur les Périidiniens : leur nombre est tombé à 170 spécimens au litre en surface (12 % de la valeur du 6 décembre).

Cette chute numérique, en dépit de la hausse de température, est due à la fois à la dilution

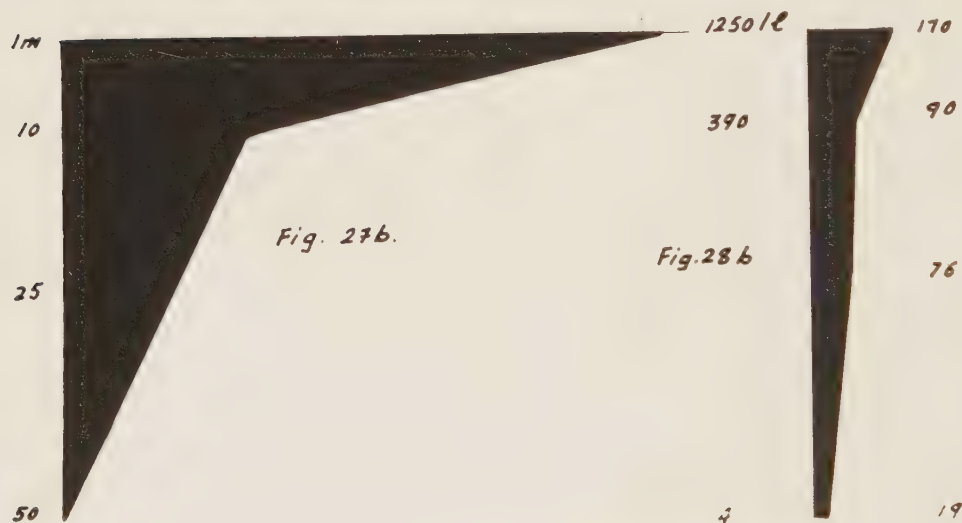
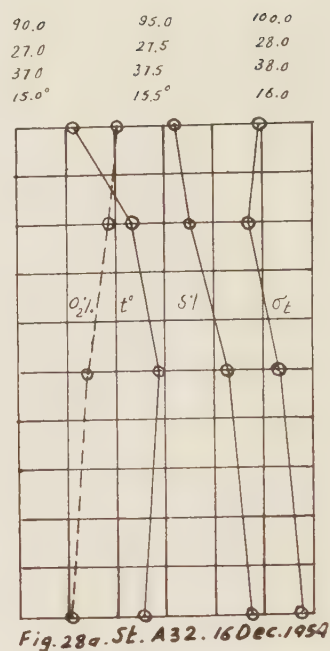
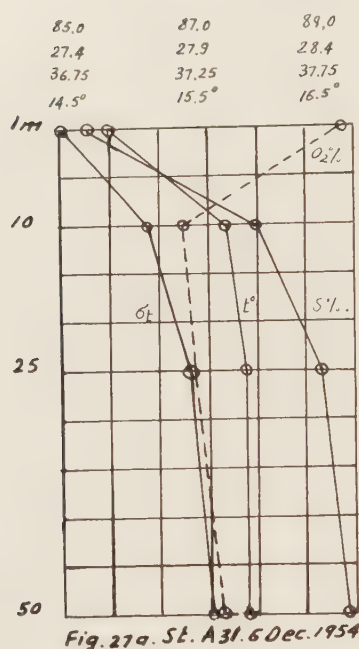


FIG. 27 a et b. — Station A 31, les conditions hydrologiques et la répartition quantitative des Péridiniens.

FIG. 28 a et b. — Station A 32, le 16 décembre 1954.

des eaux de surface par des eaux plus pauvres et à l'effet inhibiteur du brassage des eaux amenant les organismes à un niveau moins favorable à l'activité photosynthétique.

Les Diatomées, par contre, n'ont pas souffert de ces effets et leur nombre s'est même considérablement accru.

Station B 12, 30 décembre 1954 (fig. 29). — Station homohaline et homotherme dans les 50 premiers mètres (S ‰ 37,95, t° 14°74-14°76); la température à 100 m diminue à 14°39 et la salinité augmente de 0,02 ‰. La stabilité verticale est pratiquement nulle.

La répartition verticale des Péridiniens est homogène en quantité et qualité dans les premiers 50 m. A 100 m et 200 m, on ne trouve que quelques spécimens. La composition est typiquement hivernale et consiste en un mélange d'espèces hivernales, d'espèces pérennes et d'espèces sciaphiles.

Station A 33, 21 janvier 1955 (fig. 30). — Station homotherme et homohaline (37,95 ‰ et 13°75-13°77), la température se rapproche du minimum d'hiver. La stabilité verticale est évidemment nulle.

Station A 34, 14 février 1955 (fig. 31). — Station également homohaline (37,95 ‰) et pratiquement homotherme à 0°05 près (13°22-13°27). La densité σ_t est invariable et la stabilité verticale E' nulle. La répartition verticale des Péridiniens est homogène à tous les niveaux, en quantité et en composition, et la valeur numérique est la plus faible de l'année.

La composition est typiquement hivernale : environ 30 à 35 espèces au litre, dont seules quelques-unes (*Dinoporella perforata*, *Ceratium fusus*, *Oxytoxum scolopax*) sont représentées par plus d'un individu au litre.

Station A 35, 10 mars 1955 (fig. 32).

Quoique cette station soit également homohaline (37,95 ‰) et que les écarts de température soient assez restreints (12°86 en surface; 12°78 à 50 m), elle constitue une transition vers la saison suivante. L'insolation grandissante dans la semaine qui a précédé, la mer calme à étale, ont constitué des conditions favorables à la reproduction rapide chez 2 espèces : *Dinoporella perforata* et *Exuviella baltica*, dont la prédominance ira en s'amplifiant par la suite. Le nombre total, encore au niveau de la moyenne d'hiver, est cependant double de celui de la station précédente. La répartition verticale est assez homogène jusqu'à 25 m et diminue légèrement au-delà.

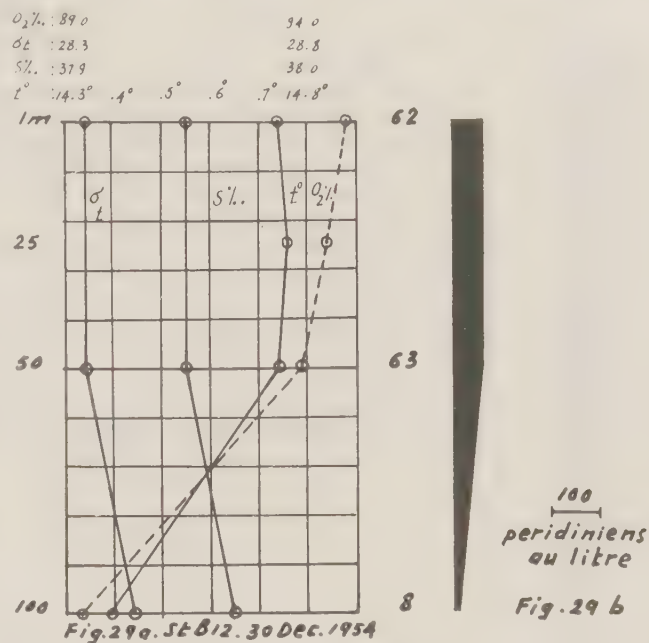


FIG. 29 a et b. — Station B 12, le 30 décembre 1954.

III. — LA PHASE DE PRODUCTION MAXIMALE. PRINTEMPS 1954

Station B 9, 6 avril 1954 (fig. 33). — L'homogénéité verticale de la saison précédente (hiver 1953-1954) a disparu et fait place à une stratification en voie de se stabiliser. La température de surface, 14°49, dépasse de 1°52 le minimum de l'hiver précédent. De 25 m à 1 m, la température augmente de 0°74. La densité σ_t s'accroît en sens contraire, quoique la stabilité verticale E' soit encore faible (E' = 11 de 1 m à 25 m).

Les 50 premiers mètres sont légèrement sursaturés en O₂ (100 ‰ à 50 m, 102,2 ‰ à 1 m), dénotant un accroissement dans l'activité du phytoplancton. La salinité passe de 37,69 ‰ à 1 m à 38,11 ‰ à 200 m; 180 spécimens au litre en surface, 3 fois la moyenne de l'hiver précédent.

Trois espèces dominantes : *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca*, *C. fusus*, suivies de quatre autres : *Goniodoma polyedricum*, *Diplopsalis lenticula*, *Dinoporella perforata*, *Peridinium pellucidum*. Mais, si *Prorocentrum micans* est dominant en surface, *Dinoporella perforata* est relativement plus abondante à partir de 25 m.

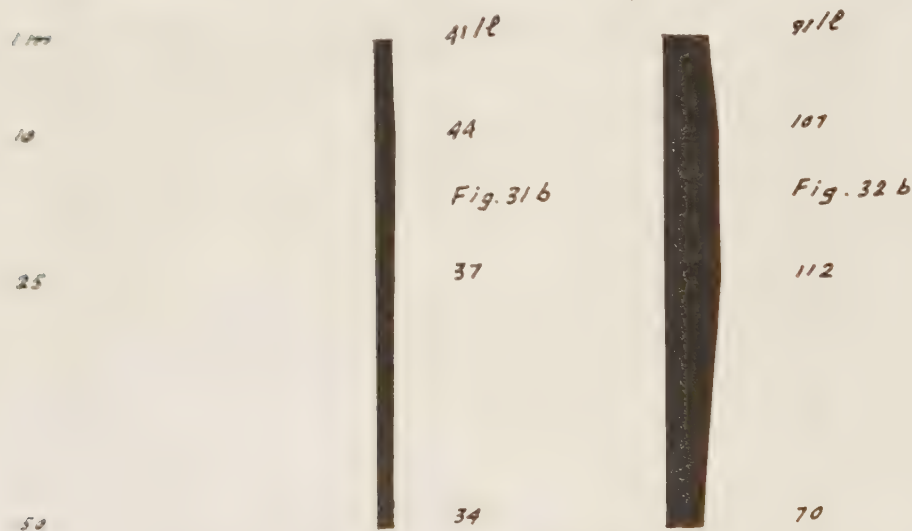
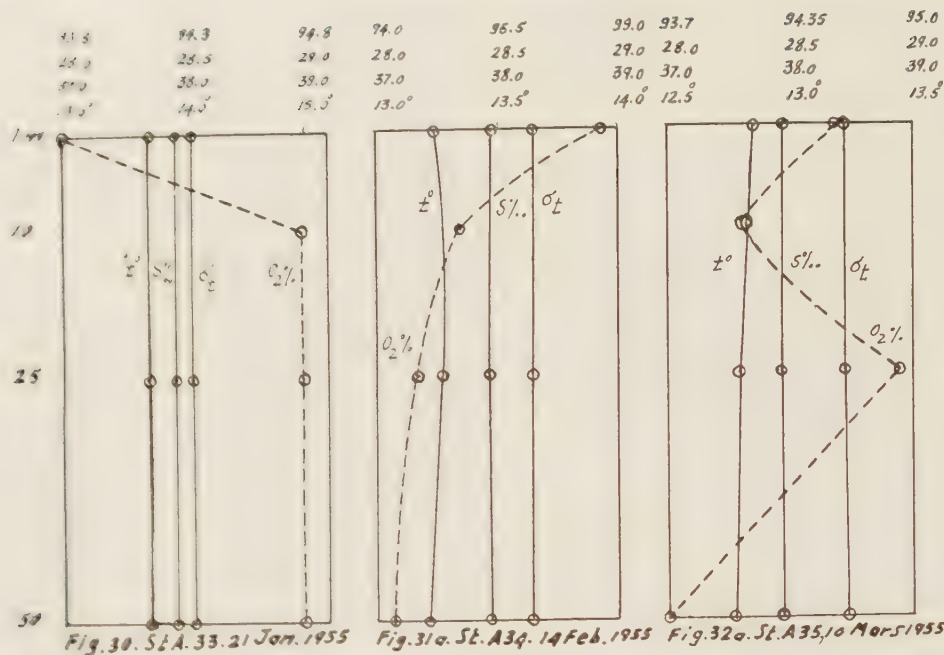


FIG. 30. — Station A 33, le 21 janvier 1955.

FIG. 31 a et b. — Station A 34, le 14 février 1955.

FIG. 32 a et b. — Station A 35, le 10 mars 1955.

Station A. 7 avril 1954. — La température de surface est plus élevée qu'à B 8 (14°99). Cette station est analogue à la précédente, B 8, par la composition et la fréquence numérique, mais la répartition verticale est encore homogène jusqu'à 50 m.

Station A 23, 5 mai 1954 (fig. 34). — L'accroissement numérique depuis le 7 avril est relativement faible, la production a été inhibée par le mauvais temps et l'agitation qui ont

dominé au mois d'avril. Le vent d'Ouest a soufflé en rafales parfois violentes et, dans la décade qui a précédé, l'insolation est tombée à six heures par jour au lieu de huit heures pour les stations B 8 et A 21. En conséquence, la température de surface a diminué de 0°61. La stabilité verticale E' est négligeable. Deux espèces sont dominantes : *Prorocentrum micans* et *Exuviella baltica*, suivies de *Ceratium fusus*, plus fréquent cette fois que *C. furca*.

Plusieurs *Ceratium* sciaphiles sont observés dans les prélèvements de cette station: *C. Pavillardii*, *C. symmetricum*, *C. ranipes*, *C. eucarvatum*, *C. minutum*. Leur apparition dans les eaux de la baie, à la suite d'une période de régime de vent d'Ouest, est un fait qu'il convient de signaler.

Station A 24, 25 mai 1954 (fig. 35). — Les conditions observées à cette station sont typiquement printanières. Une couche de surface assez stable, ou « épithalasse », de 15 m d'épaisseur, se différencie des eaux sous-jacentes par sa température plus élevée (17°21 à 1 m, 15°07 à 15 m), par la sursaturation en O₂ (106,8 ‰ à 1 m, 105,9 ‰ à 15 m) et par l'abondance relative du phytoplancton. La stabilité verticale E' est relativement élevée; 46 de 1 m à 15 m.

En dépit de la faible insolation dans la décade précédente (cinq heures), les Péridiniens sont proches du maximum annuel : 3 300/l en surface, 1 640/l à 10 m.

Aux espèces dominantes des stations précédentes en ont succédé d'autres; *Prorocentrum triestinum* constitue à lui seul 47,5 % des Péridiniens. Viennent ensuite, *Ceratium furca* (13,6 %) et *Exuviella baltica* (7 %); *Prorocentrum micans*, dominant dans les 3 stations précédentes, vient en quatrième lieu et ne constitue que 4 % du total.

Ceratium fusus est en régression et n'est plus représenté que par des spécimens peu nombreux, de même que *Dinoporella perforata*. Parmi les espèces printanières, on relève aussi : *Ceratium declinatum* var. *angusticornum*, *Ostreopsis monotis*, *Peridinium diabolus*, *Peridinium oblongum*.

Station A 25, 2 juin 1954 (fig. 36). — Cette station est précédée de huit jours de forte insolation (onze heures trois minutes). Les conditions observées à la station A 23 n'ont fait que

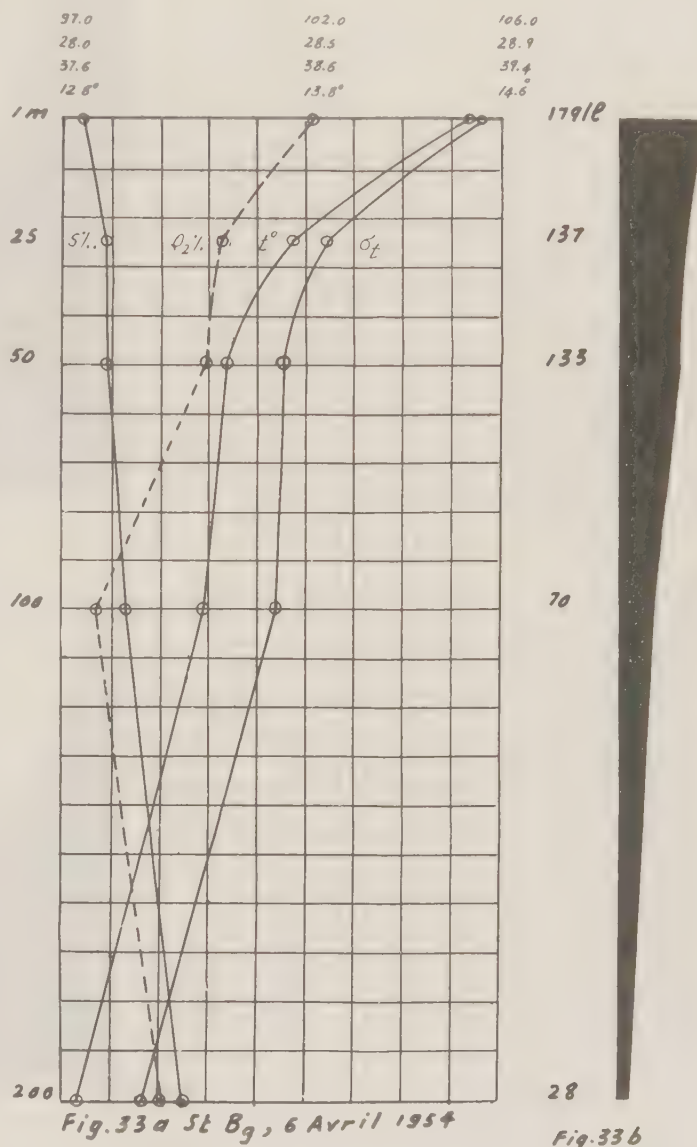


FIG. 33 a et b. — Station B9, le 6 avril 1954.

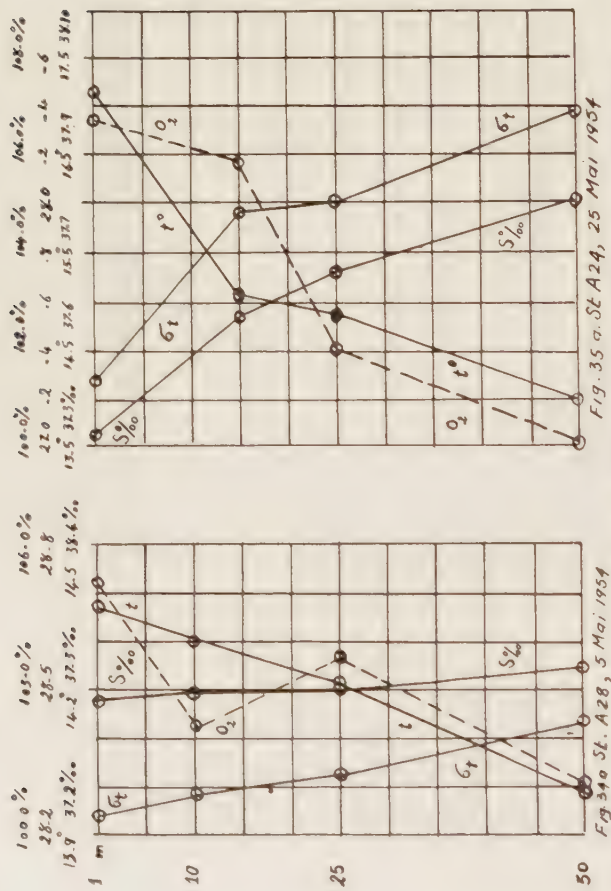


Fig. 34a St. A 23, 5 Mai 1954

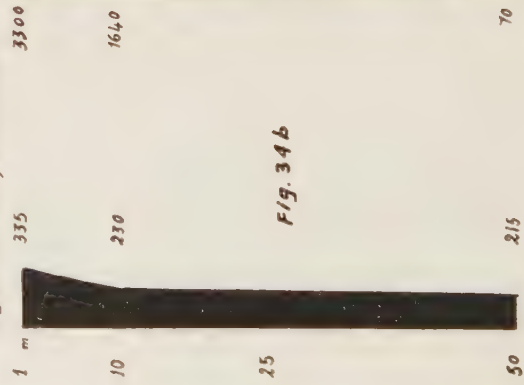


Fig. 34b

215

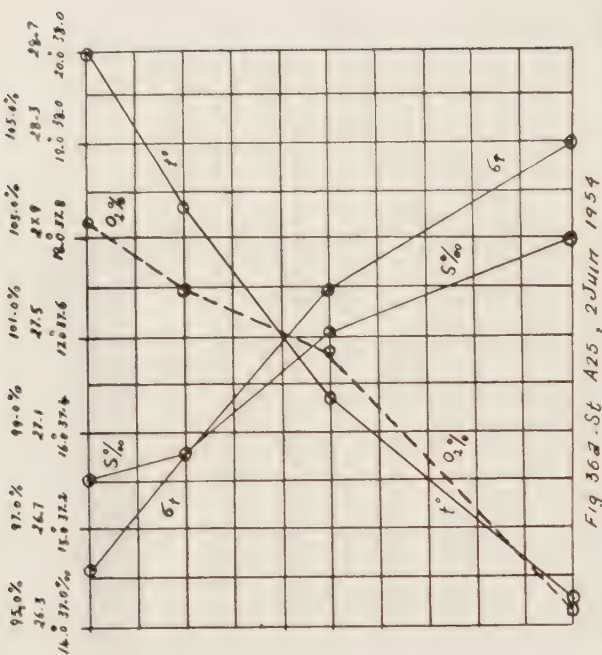


Fig. 35a St. A 24, 25 Mai 1954



Fig. 35b

300/t

70

Fig. 36a St. A 25, 2 Juin 1954



Fig. 36b

Fig. 34 a et b. — Station A 23, le 5 mai 1954. — Fig. 35 a et b. — Station A 24, le 25 mai 1954.
Fig. 36 a et b. — Station A 25, le 2 juin 1954.

s'accroître. La température s'est élevée à tous les niveaux, mais reste encore modérée : 19°95 à 1 m, 18°34 à 10 m, 16°35 à 25 m, 14°29 à 50 m.

L'« épithalasse » a gagné en profondeur et s'étend jusqu'à 52 m. E' est relativement élevée : 48 contre 1 et 10 m, 40 entre 10 et 25 m, 24 de 25 à 50 m.

La répartition verticale des Péridiniens présente une zonation caractéristique avec un contraste frappant entre l'épithalasse et l'hypothalasse. La densité numérique observée en surface : 4 300/l constitue le maximum de l'année. A 10 m, elle est à 63 % de cette valeur; à 25 m, elle n'est plus que de 14 %; à 50 m, enfin, elle est égale à la moyenne d'hiver.

62 espèces sont recensées dans le prélèvement de surface, chaque espèce est représentée, en moyenne, par 69 individus au litre. *Prorocentrum triestinum* est toujours dominant, mais ne constitue plus que 28 % du total.

Viennent ensuite *Gonyaulax polyedra* (13,4 %), *Ceratium furca* (12,5 %), *Prorocentrum micans* (8,3 %), *Peridinium diabolus* (7,2 %), *Exuviella baltica* (3,7 %).

Station B 10, 14 juin 1954 (fig. 37). — Entre la précédente station et celle-ci, de fortes rafales de vent d'Ouest ont soufflé plusieurs fois et la mer est demeurée plusieurs jours agitée de houle d'Ouest. En conséquence, la fréquence au litre a baissé de 82 % par rapport à celle observée à la station A 25. Un prélèvement au filet effectué ce même jour à la station A donne 1 000 individus au litre (après rectification). Quoique ce chiffre soit certainement inférieur à la réalité par suite de la dominance des espèces de petites dimensions en cette saison, il demeure certain que la fréquence numérique marque une très forte régression à la suite du vent d'Ouest.

Station A 26, 21 juin 1954 (fig. 38). — Cette station marque une reprise de la productivité, précédée de plusieurs jours de beau temps et de forte insolation avec une mer calme à étale. La température continue à s'élever dans les 10 premiers mètres, depuis les observations de A 25; par contre, à 25 m et 50 m, les eaux sont plus froides et plus salées ($-0^{\circ}58$ à 25 m, $-0^{\circ}24$ à 50 m; $+0,25$ ‰ à 25 m et $+0,05$ ‰ à 50 m). Cette évolution de la température et de la salinité à 25 m et 50 m est due à la pénétration dans la baie d'eaux plus denses provenant du canyon prolongeant la baie.

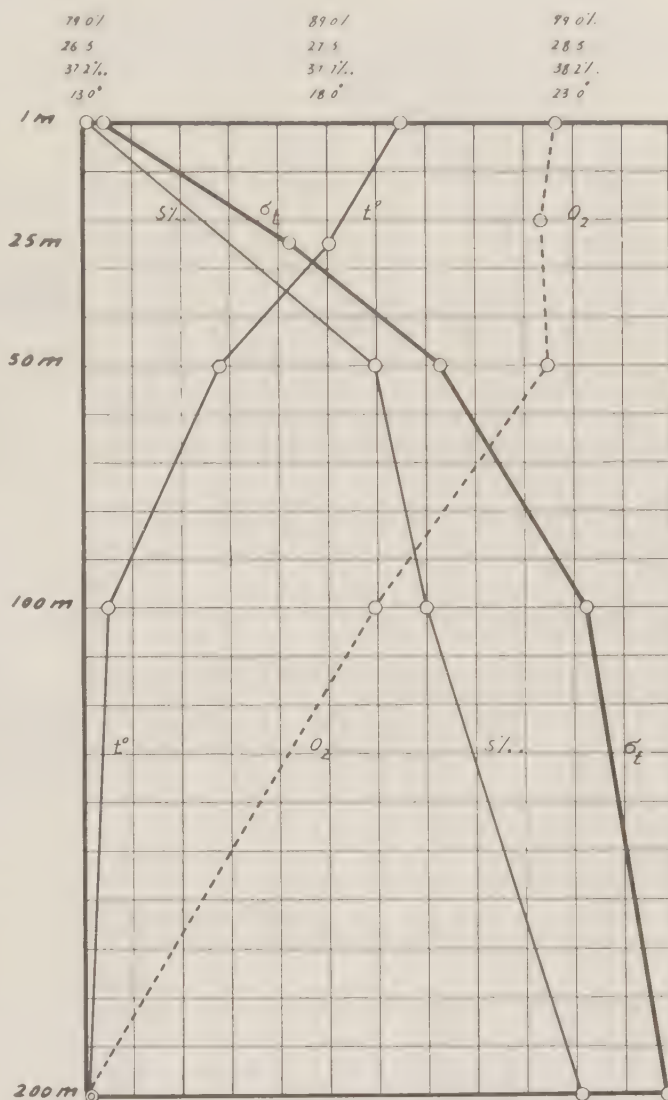


Fig. 37. St B 10, 14 Juin 1954

FIG. 37. — Station B 10, le 14 juin 1954.

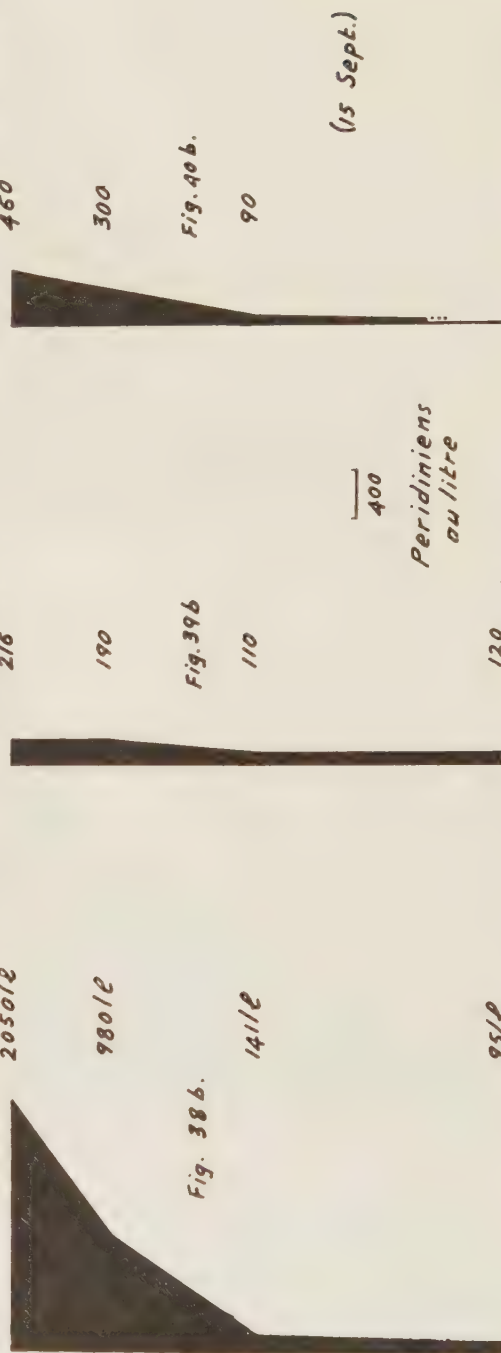
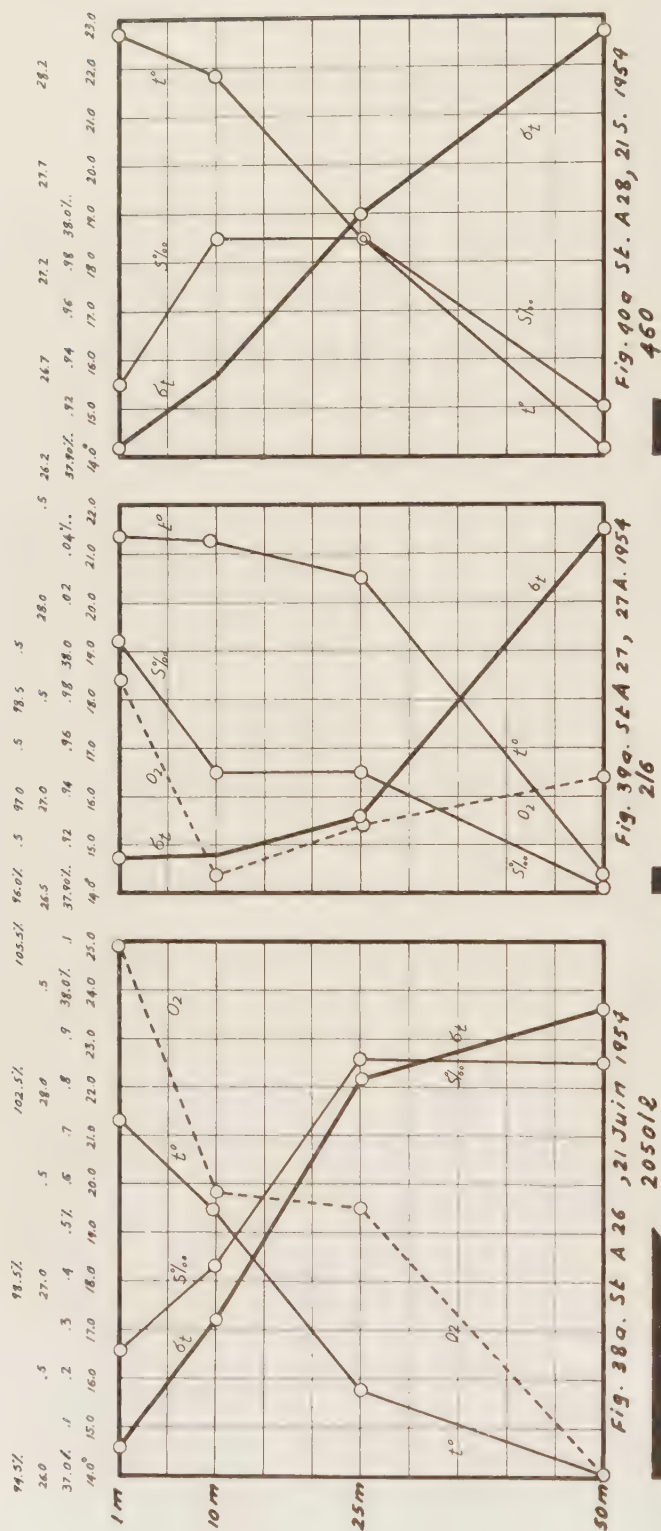


Fig. 38 a et b. — Station A 26, le 21 juin 1954. — Fig. 39 a et b. — Station A 27, le 27 août 1954.
Fig. 40 a et b. — Station A 28, le 21 septembre 1954.

Ce phénomène est à rapprocher du temps à prédominance de vent d'Ouest qui a régné dans les deux premières semaines du mois de juin. La stratification des eaux à cette station atteint son maximum de stabilité cette année : $E' = +65$ de 1 m à 10 m, $+80$ de 10 m à 25 m, $+15$ de 25 m à 50 m. L'épithalasse, épaisse de 25 m, est légèrement sursaturée en O_2 avec un maximum accentué en surface (105,4 %).

En dépit de la stabilité élevée, la fréquence au litre (2 050 à 1 m) est inférieure de moitié à celle de la station A 25. Également, le nombre au litre diminue plus rapidement à partir de 10 m : à 25 m, il n'est que de 7 % de la valeur de surface, pour 14 % le 2 juin. Ceci se conçoit si l'on considère qu'à ce niveau les eaux sont d'origine profonde et par conséquent pauvres en phytoplancton.

IV. — OBSERVATIONS DU PRINTEMPS 1955

Station A 36, 28 mars 1955 (fig. 41). — Cette station est la première de l'année 1955 présentant des conditions printanières.

La température de surface, $14^{\circ}04$, ne dépasse que de $1^{\circ}18$ le minimum annuel, mais elle s'élève légèrement en profondeur : $14^{\circ}32$ à 10 m, $14^{\circ}19$ à 25 m, puis $13^{\circ}09$ à 50 m. La salinité a son minimum en surface (37,48 ‰) et son maximum à 10 m (37,94 ‰).

La stabilité verticale, E' , est déjà assez élevée dans les 10 premiers mètres (27); elle devient négative entre 10 et 25 m (4), puis s'élève à $+10$ de 25 m à 50 m, la densité étant plus élevée à 10 m qu'à 25 m, la stratification est instable et en voie de s'équilibrer. Les 10 premiers mètres sont légèrement sursaturés en O_2 , ce qui indique un accroissement dans l'activité du phytoplancton.

La fréquence numérique en surface s'est élevée considérablement : 660/l, 733 % de la valeur observée le 10 mars. A 10 m, 25 m et 50 m, elle est encore élevée : 385/l, 260/l et 295/l respectivement. Quatre espèces constituent à elles seules 77,7 % du total des Périidiniens recensés à 1 m : *Ceratium furca* (28,2 %), *Exuviella baltica* (23,30 %), *Porella perforata* (19 %) et *Ceratium fusus* (8,2 %).

Station B 13, 28 mars 1955 (fig. 44). — La température de surface à cette station, $13^{\circ}89$, est moins élevée qu'à A 36, faite le même jour, mais la salinité est assez rapprochée : 37,45 ‰ à 1 m, 37,79 ‰ à 25 m, 37,82 ‰ à 50 m. De même que A 36, B 12 montre une stratification en voie de se stabiliser, malgré les faibles variations de température dans le sens vertical (1° en 200 m). Ceci est surtout dû à l'augmentation de salinité. La stabilité verticale E' est de $+16$ entre 1 m et 25 m, mais devient négligeable au-delà. En ce qui concerne l'oxygène, les eaux de surface sont seules proches de la saturation (99,14 %).

Les eaux de surface à cette station sont moins riches en Périidiniens qu'à la station A 35. Dans les eaux sous-jacentes, par contre, le rapport est inversé. Ceci tient à la répartition verticale de *Dinoporella perforata* et *Exuviella baltica*, plus abondantes entre 25 m et 100 m.

Station A 37, 22 avril 1955 (fig. 42). — Les écarts de salinité et de température observés à la station A 35 ont fait place à une répartition quasi homogène aux 4 niveaux. Pour cette raison, A 37 est en régression par rapport à A 36. La température de surface n'a augmenté que de $0^{\circ}37$. Demeurée pratiquement constante à 10 m, elle a baissé de $0^{\circ}09$ à 25 m et augmenté de près d'un degré à 50 m. La salinité est invariable jusqu'à 25 m (37,82 ‰) d'où elle augmente de 0,04 ‰ à 50 m. Les eaux à 1 m et 10 m sont sursaturées en O_2 (103,6 % et 100,7 %), saturées à 25 m, et proches de la saturation à 50 m (99,8 %).

Les faibles variations dans la température, la salinité et la tension en O_2 aux 4 niveaux sont dues à un brassage partiel des eaux par les vents. En conséquence, la stabilité verticale E' est voisine de zéro.

La fréquence au litre a diminué de 44 % en surface, mais montre un accroissement de 22 % à 25 m. Cette augmentation est à rapprocher des conditions générales de cette station; elle s'explique par l'effet mécanique du brassage des eaux.

La composition systématique est toujours dominée par *Exuviella baltica*, *Dinoporella perforata*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*. Les deux premières espèces sont moins nombreuses en surface qu'à 10 m et 25 m.

Station B 14, 18 avril 1955 (fig. 45). — La température et la salinité sont plus élevées qu'à la station B 13, mais les variations verticales sont assez restreintes. De 200 m à la surface, la température n'augmente que de 1°17; comme, d'autre part, la salinité n'augmente qu'assez peu (37,76 ‰ à 1 m, 37,86 ‰ à 200 m), la stabilité verticale est voisine de zéro.

De même qu'à la station A 37, les conditions hydrologiques de la station B 14 indiquent un brassage récent des eaux par les vents. Le nombre de Péridiniens au litre est également en régression : 68,4 ‰ de la valeur observée le 28 mars à 1 m (B 13). La composition systématique est analogue à celle de la station A 37. La station B 14, cependant, présente une particularité intéressante : la fréquence maximum au litre, due surtout à *Exuviella baltica* (252/l) et *Dinoporella perforata* (108/l), se situe à 50 m de profondeur.

Prélèvement du 28 avril 1955 (1 litre à 1 mètre). — Ce prélèvement est précédé d'une semaine de beau temps avec une mer calme à étale et une forte insolation. La valeur obtenue, 2 040/l, est proche du maximum observé le 7 mai suivant.

Cependant, la composition est différente et constitue un exemple du phénomène de la succession des espèces. En effet, le 28 avril, l'espèce dominante, *Ceratium furca*, constitue 41 ‰ du total (820/l), alors que neuf jours plus tard, le 7 mai, cette espèce, déjà en régression, sera remplacée par *Exuviella baltica*.

Quatre espèces constituent à elles seules 87 ‰ du total. Ce sont : *Ceratium furca* (41 ‰), *Prorocentrum micans* (22 ‰), *Exuviella baltica* (15 ‰), *Diplopsalis lenticula* (9 ‰).

Plusieurs espèces printanières apparaissent à cette date pour la première fois : *Prorocentrum triestinum*, *Gonyaulax polyedra*, *Peridinium oblongum*.

Station A 38, 7 mai 1955 (fig. 43). — La température a haussé sensiblement à tous les niveaux depuis le 22 avril. Dans le sens vertical, la température décroît assez rapidement jusqu'à 25 m, graduellement ensuite. La salinité, faible en surface (37,30 ‰), augmente rapidement jusqu'à 10 m (37,84 ‰); de 25 m à 50 m, elle demeure constante (37,90 ‰). Par suite de cette répartition de la salinité et de la température, la stabilité verticale est plus élevée dans les 10 premiers mètres (75) que dans les couches suivantes (respectivement +22 et +4). A tous les niveaux s'observe une sursaturation en O₂ avec un maximum à 10 m (103,92 ‰).

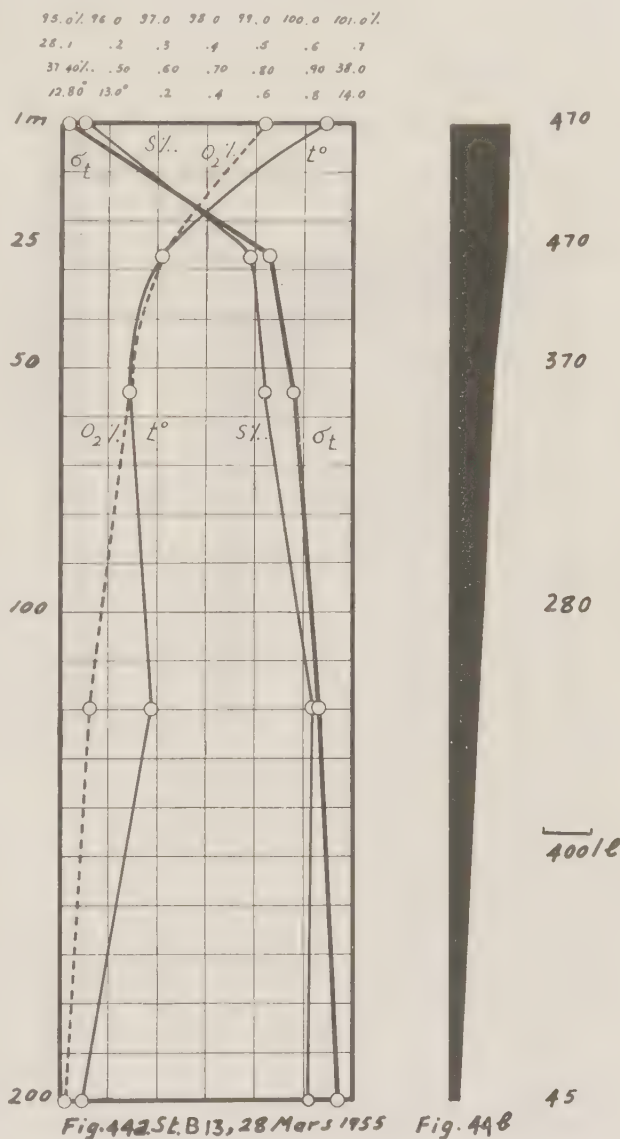


Fig. 44a et b. — Station B 13, le 28 mars 1955.

Le nombre de spécimens au litre (2 600 en surface), constitue le premier maximum du printemps.

La valeur décroît cependant assez rapidement dans le sens vertical : à 10 m, elle n'est plus que de 130 % (à 7 % de la valeur à 1 m).

Station A 39, 17 juin 1955. — La date du prélèvement précédent, est à présent remplacée

par *Euxiella baltica*. Celle-ci constitue 80 % du total à 1 m (2 090 l), mais elle diminue en nombre dans les couches inférieures, contrairement à ce qui avait lieu aux stations B 13 et B 14.

Profondeur (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																											
Temp. (°C)	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	14.5	14.0	13.5	13.0	12.5	12.0	11.5	11.0	10.5	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0	-3.5	-4.0	-4.5	-5.0	-5.5	-6.0	-6.5	-7.0	-7.5	-8.0	-8.5	-9.0	-9.5	-10.0	-10.5	-11.0	-11.5	-12.0	-12.5	-13.0	-13.5	-14.0	-14.5	-15.0	-15.5	-16.0	-16.5	-17.0	-17.5	-18.0	-18.5	-19.0	-19.5	-20.0	-20.5	-21.0	-21.5	-22.0	-22.5	-23.0	-23.5	-24.0	-24.5	-25.0	-25.5	-26.0	-26.5	-27.0	-27.5	-28.0	-28.5	-29.0	-29.5	-30.0	-30.5	-31.0	-31.5	-32.0	-32.5	-33.0	-33.5	-34.0	-34.5	-35.0	-35.5	-36.0	-36.5	-37.0	-37.5	-38.0	-38.5	-39.0	-39.5	-40.0	-40.5	-41.0	-41.5	-42.0	-42.5	-43.0	-43.5	-44.0	-44.5	-45.0	-45.5	-46.0	-46.5	-47.0	-47.5	-48.0	-48.5	-49.0	-49.5	-50.0	-50.5	-51.0	-51.5	-52.0	-52.5	-53.0	-53.5	-54.0	-54.5	-55.0	-55.5	-56.0	-56.5	-57.0	-57.5	-58.0	-58.5	-59.0	-59.5	-60.0	-60.5	-61.0	-61.5	-62.0	-62.5	-63.0	-63.5	-64.0	-64.5	-65.0	-65.5	-66.0	-66.5	-67.0	-67.5	-68.0	-68.5	-69.0	-69.5	-70.0	-70.5	-71.0	-71.5	-72.0	-72.5	-73.0	-73.5	-74.0	-74.5	-75.0	-75.5	-76.0	-76.5	-77.0	-77.5	-78.0	-78.5	-79.0	-79.5	-80.0	-80.5	-81.0	-81.5	-82.0	-82.5	-83.0	-83.5	-84.0	-84.5	-85.0	-85.5	-86.0	-86.5	-87.0	-87.5	-88.0	-88.5	-89.0	-89.5	-90.0	-90.5	-91.0	-91.5	-92.0	-92.5	-93.0	-93.5	-94.0	-94.5	-95.0	-95.5	-96.0	-96.5	-97.0	-97.5	-98.0	-98.5	-99.0	-99.5	-100.0

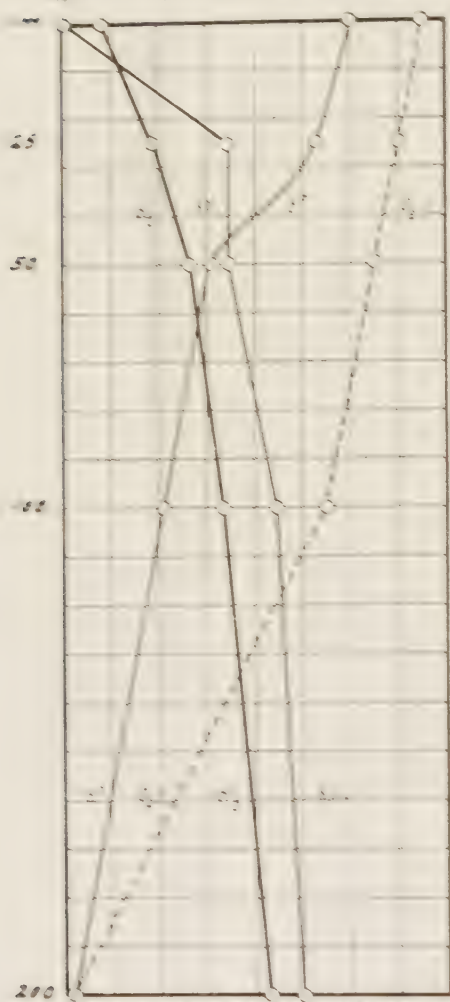


Fig. 45a. St. B 14, 18 Avril 1955

Fig. 45a et b. — Station B 14, le 18 avril 1955.



Fig. 45b

315

336

530

82

7

Prélèvement du 10 juin 1955 (température à 0 m : 19°). — Entre le 7 mai et le 10 juin, il n'a été possible de procéder à aucun prélèvement, le bateau de la station étant immobilisé à la suite d'une avarie.

Deux prélèvements de surface ont été effectués à cette date par mer agitée. Le 10 juin marque une chute considérable dans la densité des Péridiniens : de 2 600 l le 7 mai, à 335 l le 10 juin. Cette régression n'est que momentanée comme le montrent les observations effectuées sept jours plus tard.

Le minimum du 10 juin est dû à l'agitation provoquée par de fortes rafales de vent d'Ouest qui ont soufflé à partir du 8 juin. Il constitue un exemple de l'effet nocif de l'agitation de la mer sur la productivité des Péridiniens. Les Diatomées, par contre, sont proches de leur maximum annuel et ne semblent pas avoir souffert de cette agitation au même degré.

27 espèces de Péridiniens au litre sont représentées chacune par un petit nombre d'individus.

Station A 39, 17 juin 1955 (fig. 46). — Cette station présente le maximum annuel pour les Péridiniens et les Diatomées.

Les observations faites à cette date contrastent singulièrement avec les résultats obtenus sept jours auparavant. La température à 0 m a haussé de 3°5 et l'accroissement

numérique des Péridiniens en cette semaine a été très rapide : la valeur obtenue est égale à 626 % de celle du 10 juin, soit 89 % par jour. La température, 21°21, à 1 m décroît assez régulièrement dans le sens vertical. La salinité 37,84 ‰ à 1 m, atteint 37,92 ‰ à 10 m et demeure constante à 0,02 ‰ près jusqu'à 50 m. En conséquence, la densité σ_t augmente assez rapidement avec la profondeur, surtout dans les 10 premiers mètres. La stratification des couches d'eau est stabilisée.

après la forte agitation qui a régné du 8 au 11 juin, comme l'indiquent les valeurs de E' : + 70 entre 1 m et 10 m, + 40 entre 10 m et 25 m, + 21 entre 25 m et 50 m. A 50 m, la densité est plus élevée qu'à la station précédente, indiquant, à ce niveau, une remontée d'eaux plus froides et plus salées à la suite du vent d'Ouest. Ce fait est à rapprocher de la présence, dans le prélèvement effectué à ce niveau, de 3 *Ceratium* sciaphiles : *C. ranipes*, *C. bucceros* fa-tenua, *C. horridum*.

La répartition de l'oxygène est irrégulière; une sursaturation s'observe à 1 m et 25 m (respectivement 102,1 % et 100,9 %); à 10 m et 50 m, la tension en O_2 est proche de la saturation (98,72 % et 99,84 %).

Le nombre de spécimens au litre en surface est du même ordre que le maximum de l'année

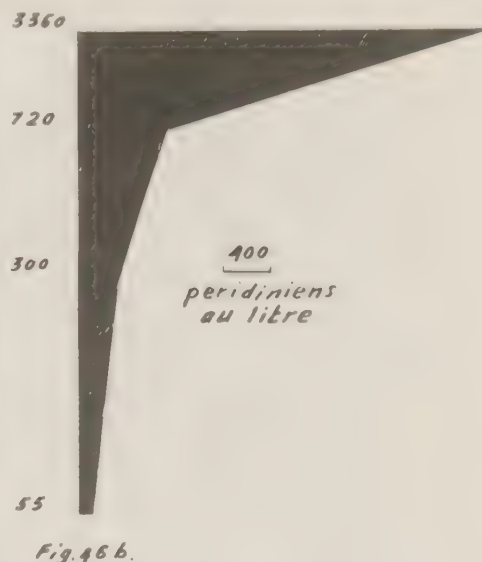
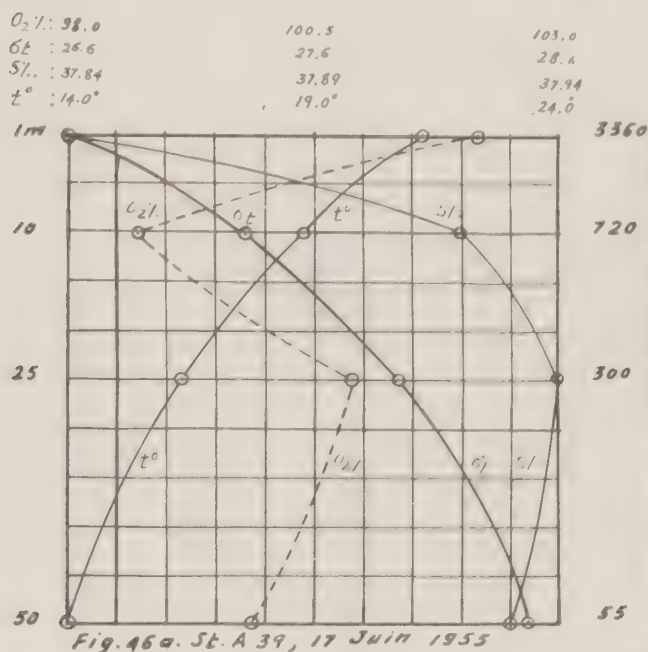


Fig. 46 a et b. — Station A 39, le 17 juin 1955.

précédente, quoiqu'un peu plus faible : 3 360/l. *Exuviella ballica* constitue toujours l'espèce dominante (65,6 %), suivie de *Prorocentrum micans* (9,7 %), *Ceratium furca* (7 %) et *Prorocentrum triestinum* (6 %). Ce dernier apparaît en quantité notable pour la première fois cette année. Plusieurs autres espèces représentées par un certain nombre d'individus contribuent à donner sa physionomie printanière au plancton de cette station : *Peridinium diabolus*, *P. Steini*, *P. pallidum*, *P. ovum*, *Gonyaulax polyedra*.

Station A 40, 24 juin 1955 (fig. 47). — Entre cette station et la précédente, la baie a été soumise à un régime de vent d'Est pendant plusieurs jours. L'effet de ce régime, tel qu'il est décrit ailleurs, est de repousser les eaux de surface du large dans la baie. Le mélange des eaux de la baie avec ces eaux de surface tend à homogénéiser la colonne d'eau en lui donnant les caractéristiques des eaux superficielles. Ainsi, les courbes de la température de la figure 6 convergent à la date de cette station sans toutefois se rejoindre.

Le brassage des eaux a résulté en une baisse de la température de surface ($-0^{\circ}44$) et une augmentation sensible à tous les autres niveaux : $+0^{\circ}70$ à 10 m, $+0^{\circ}82$ à 25 m, $+1^{\circ}35$ à 50 m. L'effet de cette hausse de température a été de diminuer la densité σ_t et de rapprocher sa valeur à tous les niveaux. En conséquence, la stabilité verticale E' a diminué considérablement par rapport à la station précédente : 34 de 1 m à 10 m, 46 de 10 m à 25 m, 15 de 25 m à 50 m. La

salinité varie entre 37,86 ‰ (1 m) et 37,95 ‰ (25 m). De même qu'à la station précédente, la tension en O_2 varie irrégulièrement, présentant deux minima : à 10 m et 50 m. Elle est à saturation à 10 m et à sursaturation à 1 m et 25 m (103,1 ‰ et 101,1 ‰).

Le brassage des eaux par le vent d'Est a eu finalement pour effet de réduire le nombre de Périidiniens en surface de 59 %. Par contre, à tous les autres niveaux, s'observe une augmentation, relativement à la valeur de surface, quoique le nombre ait diminué. En effet, à 10 m, on observe 25 % de la valeur de surface (pour 21 % à la station A 38), 13 % à 25 m (pour 8 %) et 10,4 % à 50 m (pour 1,6 %).

Toutes les espèces sont en régression par rapport à la station A 39. La composition systématique est cependant analogue, toujours dominée par *Exuviella baltica* (44 %) et *Prorocentrum triestinum* (22 %).

Il est à signaler que les Diatomées ont également diminué de 50 %.

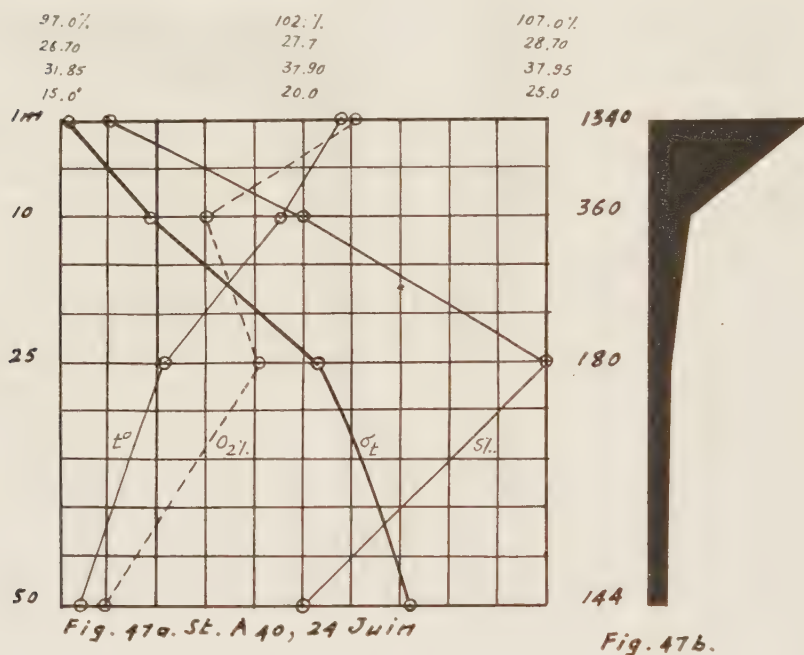


FIG. 47 a et b.
Station A 40.
le 24 juin 1955.

V. — OBSERVATIONS DE L'ÉTÉ 1955

Station A 41, 4 juillet 1955 (fig. 48). — Station A 42, 12 juillet (fig. 49). — Station A 43, 22 juillet (fig. 50).

Depuis les observations de A 40, les conditions estivales se sont accentuées. La température s'est élevée progressivement dans les 10 premiers mètres pour atteindre le maximum de l'année le 22 juillet. Les conditions atmosphériques ont cependant été très variables, de forts vents d'Est et d'Ouest ayant soufflé alternativement. Dans les eaux de surface, l'effet de ce régime a été masqué par la forte insolation de l'été, de sorte que la stabilité, dans les 10 premiers mètres (ainsi que la température), s'est rétablie très rapidement après chaque perturbation. A 25 m et 50 m, par contre, les observations montrent des oscillations de température très significatives :

m	24 juin	4 juillet	12 juillet	22 juillet
25	17°14	18°88	17°51	18°78
50	15°35	15°04	13°72	14°60

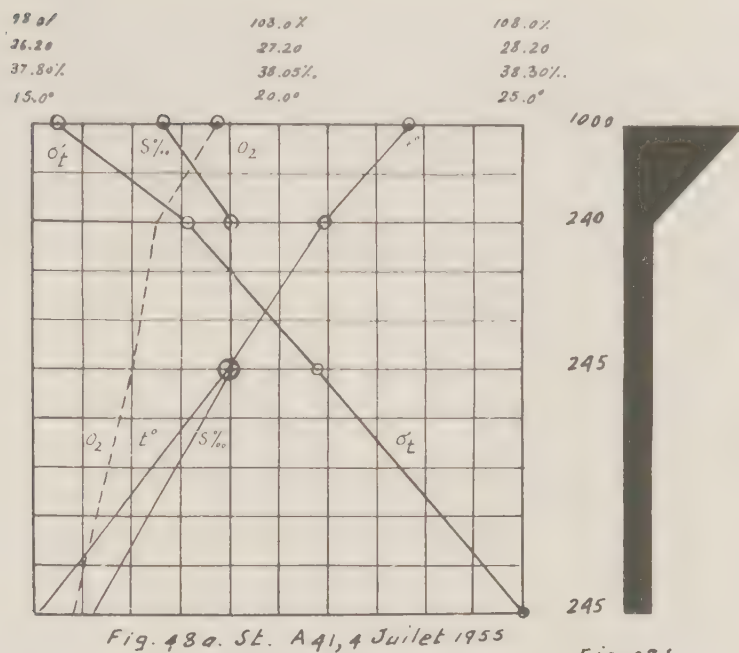


Fig. 48b.

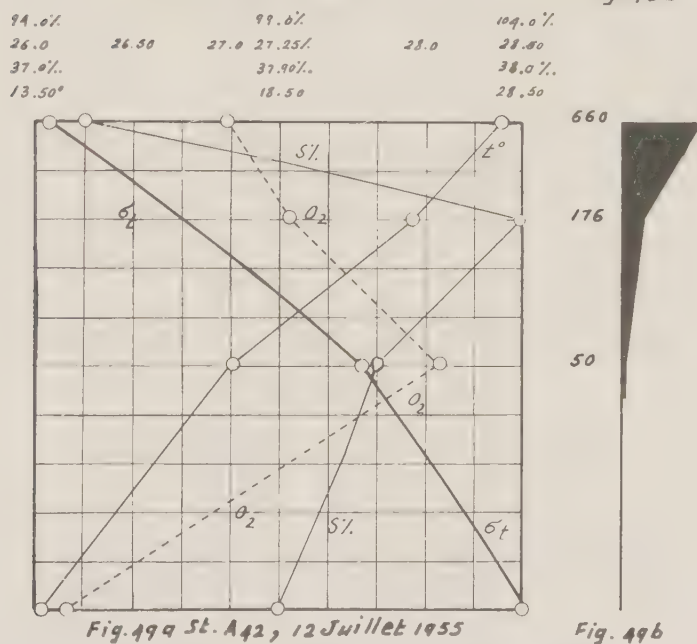


Fig. 49b

FIG. 48 a et b. — Station A 41, le 4 juillet 1955.

FIG. 49 a et b. — Station A 42, le 12 juillet 1955.

Ce régime s'est répercuté, d'une manière très sensible, sur la production chez les Péridiniens. Du 24 juin au 12 juillet, la production est en régression continuelle, passant de 1 392 spécimens au litre en surface à 1 000 (A 41), puis à 692 (A 42). Entre le 12 et le 22 juillet (A 43), la mer s'étale, les conditions se stabilisent et la production remonte à nouveau : 1 620/l le 22.

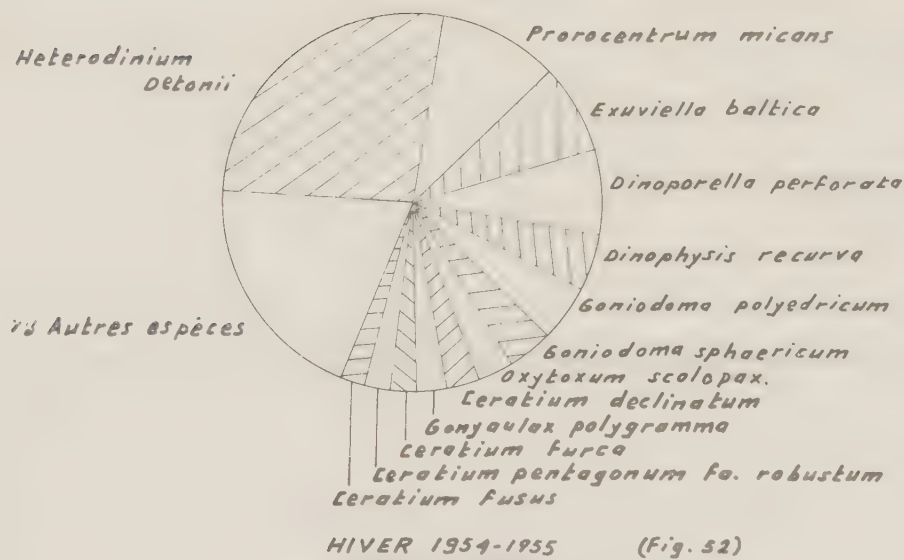
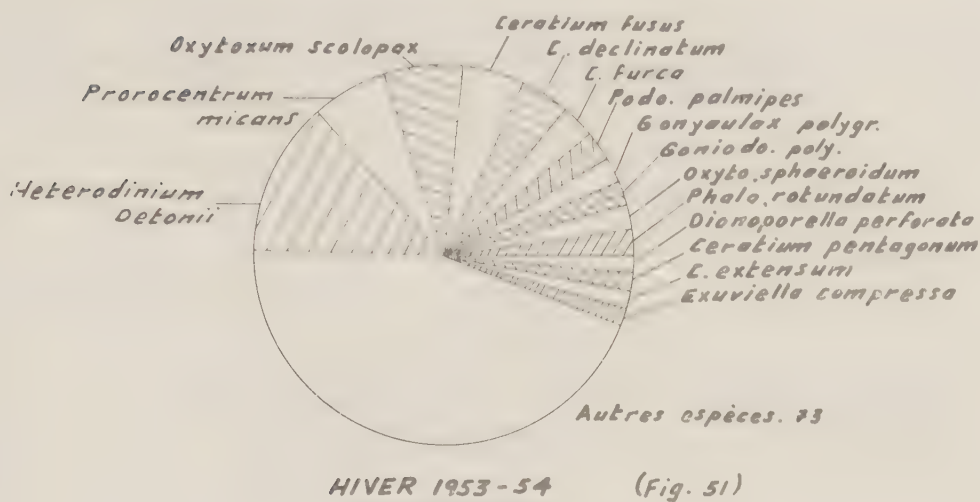


FIG. 51. — Hiver 1953-1954, les formes dominantes.

FIG. 52. — Hiver 1954-1955.

probablement jusqu'au fond; en février 1955, la densité était même légèrement plus élevée à 1 m (28,65) qu'à 200 m (28,61).

La période de production minimale pour les Péridiniens aussi bien que les Diatomées correspond donc à la période de *stabilité verticale minimale*.

2. — Compte non tenu de la station du 6 décembre 1954 dont les conditions sont exceptionnelles, les deux hivers, 1953-1954 et 1954-1955, présentent des analogies frap-

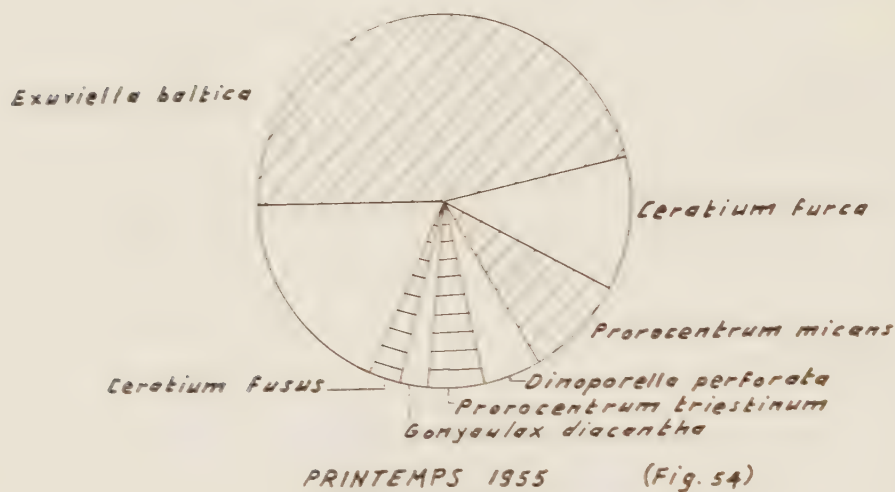
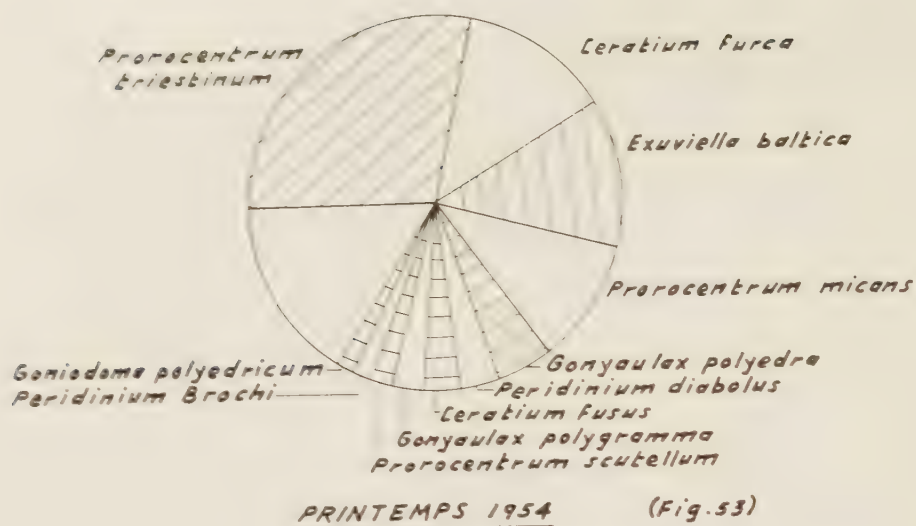


FIG. 53. — Les espèces dominantes au printemps 1954.

FIG. 54. — Printemps 1955.

pantes : la production est très faible et ne varie que dans une marge étroite. Cette pauvreté quantitative extrême est compensée par une grande richesse qualitative; le nombre d'espèces représentées dans chaque litre d'eau de mer varie entre 35 et 50; 85 à 90 espèces figurent sur les listes de cette période, établies exclusivement d'après les prélèvements d'un litre d'eau de mer.

a) *L'ordre de grandeur de la production* : en moyenne, 66 spécimens au litre en 1953-1954 et 112 en 1954-1955. Cette valeur numérique est atteinte dès le début de novembre.

b) *La composition systématique* (fig. 51 et 52). — Les espèces de cette période constituent une « association » caractéristique du plancton d'hiver et lui confèrent une physionomie propre.

TABLEAU XVI

LA PRODUCTION EN HIVER (nombre de spécimens au litre).
Hiver 1953-1954.

Profondeur en m	Stations						
	A 16	A 17	B 7	A 18	A 19	B 8	A 20
1	84	108	82	76	—	79	126
10	—	96	—	98	43	—	129
25	145	94	—	94	—	84	125
50	90	133	68	60	65	56	138
100	—	—	36	—	—	—	—
200	—	—	19	—	—	—	—

Hiver 1954-1955.

Profondeur en m	Stations						
	A 29	B 10	A 30	A 31	B 11	A 33	A 34
1	146	150	1 250	171	62	41	91
10	174	—	390	90	—	44	107
25	130	80	—	76	17	37	112
50	—	35	4	19	63	34	70
100	—	12	—	—	8	—	—
200	—	2	—	—	4	—	—

1. — Un petit nombre d'espèces dominantes, représentées par plusieurs individus dans chaque prélèvement quantitatif, se retrouvent chaque année dans des proportions assez rapprochées.

2. — Un grand nombre d'espèces, observées assez régulièrement, ne sont représentées que par un seul individu dans chaque prélèvement.

3. — Les espèces « sciaphiles », habituellement confinées au niveau inférieur de la couche photique, sont observables dans les récoltes superficielles de cette période : *Ceratium symmetricum*, *C. Pavillardi*, *C. longissimum*, *C. coarctatum*, *Peridinium sphæricum*, *Histioneis* sp. etc...

Toutes les espèces récoltées en hiver (à l'exception du genre *Histioneis*, dont les rares représentants rencontrés ne permettent pas de tirer des conclusions écologiques) sont pérennantes. Toutes ont été observées en quantités variables en d'autres saisons. Il ne semble pas exister d'espèces de Péridiniens exclusivement hivernales.

Certaines espèces cependant se présentent sous des formes ou variétés hivernales : ainsi la variété *majus* Jörgensen de *Ceratium declinatum*. D'autres, quoique pérennes, sont relativement plus fréquentes en cette période : *Heterodinium Detonii*, *Oxytorum scolopax*, *Dinophysis recurva*.

Heterodinium Detonii et *Prorocentrum micans* sont les deux espèces-pilotes des deux hivers. Le premier constitue 13 % de tous les Péridiniens recensés de novembre à mars en 1953-1954 et 27 % en 1954-1955; le second : 6,5 % et 10 % respectivement.

1. — ESPÈCES DOMINANTES :

Heterodinium Detonii.
Prorocentrum micans.
Oxytoxum scolopax.
Exuviella baltica.
Ceratium fusus.
Ceratium declinatum.
Ceratium furca.
Dinoporella perforata.
Dinophysis recurva.
Peridinium pellucidum.
Phalacroma rotundatum.
Phalacroma parvulum.
Gonyaulax polygramma.
Goniodoma polyedricum.
Oxytoxum sphæricum.

Podolampas palmipes.
Blepharocysta paulseni.
Oxytoxum constrictum.
Ceratium eucarpuatum.

3. — ESPÈCES MOINS FRÉQUENTES :

Ceratium azoricum.
Ceratium ranipes.
Ceratium Pavillardi.
Ceratium minutum.
Ceratium bucceros tenue.
Ceratium horridum.
Amphisolenia globifera.
Prorocentrum dentatum.
Podolampas spinifera.
Phalacroma expulsum.

2. — ESPÈCES FRÉQUENTES EN PETITS NOMBRES :

Exuviella compressa.
Dinophysis punctata.
Dinophysis parva.
Oxytoxum longiceps.
Ceratium pentagonum.
Ceratium extensum.
Peridinium quarnerense.
Peridinium pedunculatum.

4. — ESPÈCES RARES :

Histioneis variabilis.
Histioneis longicollis.
Ceratium longissimum.
Ceratium macroceros californiense.
Citharistes regius.
Oxytoxum spinosum.
Oxytoxum minutum.

Caractéristiques de la phase printanière de production maximale.

Les conditions qui caractérisent cette phase du cycle écologique des Péridiniens font l'objet d'un chapitre à part. Il suffira de les indiquer brièvement ici en comparaison avec la phase précédente.

1. — Si, en hiver, les eaux sont homothermes et homohalines, dès le début du printemps, une couche de surface ou « épithalasse » (ATKINS, 1925) se différencie des couches sous-jacentes. Elle est caractérisée par une densité plus faible, une température plus élevée, par sa sursaturation en oxygène et par un pH très alcalin (8,20 à 8,27). Entre cette couche de surface et l'« hypothalasse », les écarts de densité sont élevés et la stabilité de la stratification est exprimée par des valeurs de E' les plus élevées

de l'année (60 à 75). C'est dans l' « épithalasse », exclusivement, que se produit cette poussée massive des Péridiniens. Au-delà de 25 m de profondeur, les comptages ne donnent que des valeurs du même ordre que celles observées en hiver.

Ainsi, plusieurs agents convergent au printemps, qui font de l' « épithalasse » le lieu de la production annuelle maximale chez les Péridiniens : la stabilité des eaux, la température modérée (17° à 20°) et l'insolation. Les sels nutritifs ne semblent pas jouer un rôle déterminant dans cette poussée, mais peuvent en limiter l'amplitude. Si l'un de ces agents se trouve altéré, la production en est aussitôt diminuée considérablement.

L'action des vents est dans ce cas un facteur négatif : le brassage des eaux par le vent d'Est ou les remontées d'eaux, ducs au vent d'Ouest, constituent des facteurs de perturbation de la stabilité et de la répartition verticale des Péridiniens dans l'épithalasse. Le premier a pour effet de ramener les organismes à un niveau inférieur où l'éclairement est moins favorable à la photosynthèse. Le second a un effet thermique de refroidissement et un effet de dilution : les eaux de l'épithalasse, riches en phytoplancton, sont diluées par des eaux pauvres, provenant d'un niveau inférieur. C'est par l'action de ces deux vents que l'on peut interpréter les oscillations de grande amplitude observées au printemps dans les trois années et qui correspondent chaque fois à une régression dans la stabilité.

2. — Le printemps est caractérisé également par une « association » planctonique, dominée par un petit nombre d'espèces-pilotes qui se retrouvent chaque année en des proportions numériques variables :

LES ESPÈCES DOMINANTES AU PRINTEMPS (fig. 53 et 54).

	1954 %	1955 %
<i>Exuviella baltica</i>	12,7	47
<i>Prorocentrum triestinum</i>	28,3	5
<i>Ceratium furca</i>	12,8	11,4
<i>Prorocentrum micans</i>	10,6	8,7
<i>Porella perforata</i>		5
<i>Gonyaulax polyedra</i>	4,5	
<i>Peridinium diabolus</i>	3,3	1
<i>Ceratium fusus</i>	3,1	2,3
<i>Gonyaulax polygramma</i>	2,5	1
<i>Gonyaulax diacantha</i>		2,5
	77,8	83,9

En plus de ces espèces dominantes, un certain nombre d'autres, observables en un petit nombre d'exemplaires dans presque tous les prélèvements de cette période, contribuent à donner à cette « association » sa physionomie printanière. Ces dernières espèces sont soit exclusivement printanières, soit pérennes, ayant leur maximum en cette saison : *Peridinium diabolus*, *P. brochi*, *P. ovum*, *P. grande*, *P. oblongum*, *P. con-*

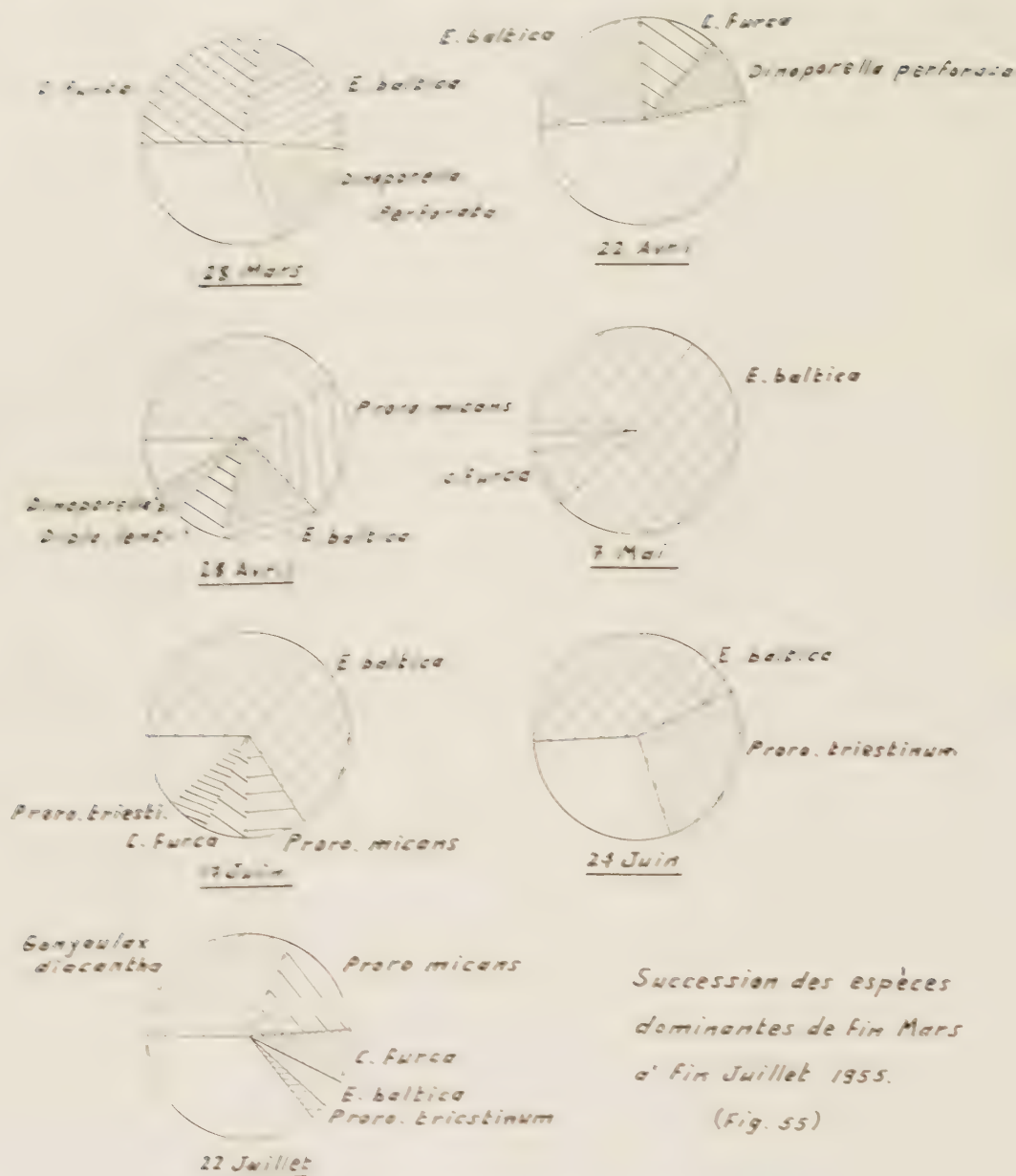


FIG. 55. — Succession des espèces dominantes, de fin mars à fin juillet 1955.

cum, *P. trochoideum*, *Exuviella marina*, *Ostreopsis monotis*, *Diplopsalis lenticula*, *Goniodoma sphaericum* sont les plus caractéristiques.

3. — L'analyse des listes numériques établies au printemps montre que la poussée annuelle est due à une succession de maxima d'espèces différentes qui deviennent dominantes à tour de rôle (fig. 55) :

SUCCESSION DES ESPÈCES DOMINANTES DE MARS À JUILLET 1955

28 mars :

<i>Ceratium furca</i>	186/l (28 %)
<i>Exuviella baltica</i>	153/l (23 %)
<i>Porella perforata</i>	126/l (9 %)

22 avril :

<i>Exuviella baltica</i>	93/l (25 %)
<i>Ceratium furca</i>	45/l (12 %)
<i>Porella perforata</i>	39/l (10 %)

28 avril :

<i>Ceratium furca</i>	216/l (41 %)
<i>Prorocentrum micans</i>	450/l (22 %)
<i>Exuviella baltica</i>	396/l (15 %)
<i>Diplopsalis lenticula</i>	180/l (9 %)
<i>Porella perforata</i>	72/l (3,6 %)

7 mai :

<i>Exuviella baltica</i>	2 088/l (80 %)
<i>Ceratium furca</i>	276/l (10,7 %)
<i>Prorocentrum micans</i>	30/l (1 %)

17 juin :

<i>Exuviella baltica</i>	2 200/l (65,6 %)
<i>Prorocentrum micans</i>	324/l (9,7 %)
<i>Ceratium furca</i>	235/l (7 %)
<i>Prorocentrum triestinum</i>	205/l (6 %)

24 juin :

<i>Exuviella baltica</i>	590/l (44 %)
<i>Prorocentrum triestinum</i>	300/l (22 %)
<i>Prorocentrum micans</i>	66/l (5 %)
<i>Ceratium furca</i>	43/l (3 %)

22 juillet :

<i>Gonyaulax diacantha</i>	510/l (32 %)
<i>Prorocentrum micans</i>	270/l (17 %)
<i>Ceratium furca</i>	126/l (8 %)
<i>Exuviella baltica</i>	72/l (4 %)
<i>Prorocentrum triestinum</i>	48/l (3 %)

LES DINOFLAGELLÉS DES EAUX DE VILLEFRANCHE

L'inventaire des espèces reconnues dans le plancton de Villefranche comprend 198 espèces appartenant à 32 genres, dont 7 sont nouvelles pour la science et 3 nouvelles pour la Méditerranée. Plusieurs autres espèces, rencontrées au cours des triages, appartenant en particulier aux genres *Heterodinium*, *Oxytoxum*, *Peridinium* et *Phalacroma*, n'ont pas été identifiées, le but de ce travail n'étant pas l'étude systématique des Dinoflagellés. Pour la reconnaissance des espèces, référence a été prise dans la mesure du possible aux premières descriptions des auteurs. A leur défaut, les monographies de JÖRGENSEN, KOFOID, LEBOUR et SCHILLER ont été consultées, de même que les œuvres de RAMPI, PAULSEN, BROCH, PAVILLARD, GRAHAM, BÖHM, SCHÜTT et BALECH.

Pour la mise en évidence des plaques, l'eau de Javel étendue d'eau a été trouvée plus efficace que l'acide sulfurique dilué; elle éclaire le contenu de la cellule et dissocie les plaques, faisant apparaître les lignes de suture. Dans certains cas, les spécimens ont été colorés au Trypan bleu. La dissection des plaques est effectuée sous le microscope à l'aide de fines aiguilles de verre étirées sur la flamme. Le matériel à conserver était, soit mis en tubes dans un liquide fixateur, soit préparé dans de la glycérine gélatinée contenant un peu de phénol.

Cet inventaire est établi à la fois d'après les prélèvements au filet et ceux à la bouteille, mais le rôle *quantitatif des espèces n'est jugé que d'après la fréquence de leurs représentants dans les prélèvements d'un litre à la bouteille.*

L'inventaire numérique ainsi obtenu diffère quelque peu des listes accompagnées d'appréciations qualitatives données par plusieurs auteurs. C'est ainsi qu'on peut lire l'appréciation suivante dans PAVILLARD (1935), résumant les résultats de ALLEN (1941), fondés sur vingt ans de pêches au filet dans les eaux de la Californie du Sud : « *Prorocentrum micans* provocateur occasionnel d'eau rouge, *Ceratium tripos* (??), *C. fusus*, *C. furca*, *Peridinium divergens* (??), *P. depressum*, *Conyaulax polyedra*, *Dinophysis caudata* sont à peu près les seuls capables d'atteindre çà et là une proportion numérique assez forte pour jouer un rôle sensible comme « Primary food » océanique ». Sous sa forme exclusive, cette opinion est en contradiction avec les résultats obtenus dans les eaux de Villefranche. Le filet le plus fin, en effet, opère nécessairement une sélection en faveur des espèces de grande taille dont la proportion sera toujours trop grande dans les pêches. Ainsi, parmi les espèces inventoriées à Villefranche, 80 sont absentes de l'inventaire de PAVILLARD (1937), établi d'après 1767 prélèvements effectués entre 1907 et 1914 à Monaco, pour 44 qui n'ont pas été retrouvés à Villefranche. A cet inconvénient, s'ajoute l'incertitude du volume d'eau filtrée par le filet et le caractère subjectif des appréciations exprimant la fréquence des espèces.

La méthode quantitative a le double avantage : a) de respecter les proportions naturelles des espèces, révélant le rôle prééminent de formes de petites dimensions telles que *Prorocentrum triestinum* et *Exuviella baltica*; b) de servir de critère impersonnel.

Du point de vue écologique, les formes recensées dans le plancton de Villefranche peuvent être groupées en plusieurs catégories :

1° Les espèces présentant une *périodicité* bien définie; ce sont les formes qui réagissent aux conditions favorables du milieu par une reproduction accélérée et une augmentation numérique rapide. Ce premier groupe comprend toutes les espèces ayant un rôle quantitatif notable. On peut distinguer 3 sortes d'espèces périodiques : espèces exclusivement printanières-estivales; espèces pérennes à maximum printanier-estival; espèces pérennes plus fréquentes l'automne ou l'hiver.

2° Les espèces pérennes *indifférentes*. Elles sont uniformément peu fréquentes en toutes saisons.

3° Les espèces *incertaines*. Ce dernier groupe comprend des formes soit très rares (telles que les *Histioneis* et la plupart des *Heterodinium*), soit irrégulières.

Il est évident que cette classification écologique ne peut être qu'assez relative. La plupart des espèces sont douées d'une sorte de plasticité biologique qui leur permet de survivre quelque temps dans des conditions moins favorables. Par ailleurs, les prélèvements étudiés — d'un volume nécessairement réduit — ne sont représentatifs que pour les espèces les plus abondantes.

Inventaire systématique.

G. *Amphisolenia* Stein.

A. globifera Stein (fig. 10; II).

A. truncata Stein (fig. 11 *a, b* et *c*; II).

G. *Blepharocysta* Ehren.

B. Paulseni Schiller (fig. 29; III).

Blepharocysta sp.

G. *Ceratium* Schrank.

C. arietinum Cleve f. *centertum* Jörg.

C. arietinum f. *gracilentum* Jörg. (fig. 4; IV).

C. azoricum Cleve (fig. 13; IV).

C. belone Cleve (fig. 6; IV).

C. buceros (Zach.) Schiller f. *denticulatum* (Jörg.) Schiller.

C. buceros f. *inclinatum* (Kof.) Schiller (fig. 17; V).

C. buceros f. *tenue* (Ost. et Schm.) Schiller (fig. 16; V).

C. candelabrum (Ehren.) Stein (fig. 11; IV).

C. carriense Gourret.

C. carriense Gourret var. *volans* Cleve (fig. 11; V).

C. coarctatum Pavill. (fig. 2; V).

C. concilians Jörg. (fig. 20; IV).

C. contrarium Pavill. (fig. 14; V).

C. declinatum Karsten f. *brachiatum* Jörg. (fig. 23-24; IV).

C. declinatum f. *declinatum* Jörg. (fig. 25; IV).

C. declinatum f. *majus* Jörg. (fig. 22; IV).

C. declinatum f. *normale* Jörg. (fig. 26; IV).

- D. hastata* Stein (fig. 4; II).
D. ovum Schütt (fig. 34; I).
D. parva Schiller (fig. 31; I).
D. punctata Schiller (fig. 30; I).
D. recurva Kof. et Skog. (fig. 29; I).
D. sacculus Stein (fig. 32; I).
D. schröderi Pavill. (fig. 5; II).
D. schuttii Murray et Whitting.
D. sphærica Stein (fig. 39; I).
D. tripos Gourret (fig. 1; II).
D. uracantha Stein (fig. 3; II).

G. *Dinoporella* n. nom.
Porella Schiller.

- D. globulus* Schiller (fig. 17; I).
D. perforata (Gran) Schiller (fig. 18 *a* et *b*; I).

G. *Diplopetlopsis* Lebour.

- D. minor* Lebour (fig. 28; III).

G. *Diplopsalis* Lebour.

- D. lenticula* (Bergh) Lebour.

G. *Exuviella* Cienkowski.

- E. apora* Schiller (fig. 15; I).
E. baltica Lohmann (fig. 13 et 14; I).
E. cincta Schiller (fig. 16; I).
E. compressa Ost. (fig. 10; I).
E. marina Cienk. (fig. 11; I).
E. oblonga Schill. (fig. 12; I).

G. *Goniodoma* Stein.

- G. polyedricum* Pouchet (fig. 14; III).
G. sphæricum Murr. a. Whitt. (fig. 13 *a*, *b* et *c*; III).

G. *Gonyaulax* Diesing.

- G. diacantha* (Meunier) Schiller (fig. 17; III).
G. diegensis Kof.
G. digitale Kof.
G. fusiformis Graham (?).
G. mitra (Schütt) Kof.
G. monacantha Pavill.
G. pacifica Kofoid (fig. 24; II).
G. polyedra Stein (fig. 18; III).

- G. polygramma* Stein (fig. 15; III).
G. scrippsæ Kof.
G. spinifera Diesing.
G. turbynei Kof. (fig. 16; III).
**G. unicornis* Lebour.

G. Gymnodinium Stein.

Gymnodinium sp.

G. Heterodinium Kofoid.

- H. Detonii* Rampi (fig. 27 a et b; II).
H. grahami Rampi.
H. inæquale Kof.
H. leiorynchum Pavill. (fig. 25; II).
H. mediterraneum Pavill.
H. Milneri Kof.
H. Murrayi Kof.
H. Richardi Pavill. (fig. 26; II).

G. Histioneis Stein.

- H. elegans* n. sp. (fig. 22; II).
H. faouzii n. sp. (fig. 19; II).
H. imbricata n. sp. (fig. 15; II).
H. longicollis Kof. (fig. 16; II).
H. rampii n. sp. (fig. 21; II).
H. sub-longicollis n. sp. (fig. 20; II).
H. variabilis Schiller (fig. 17; II).
H. voukii Schiller (fig. 18; II).
H. villafranca n. sp. (fig. 14; II).

G. Kofoidinium Pavillard.

K. velelloides Pav.

G. Noctiluca Suriray.

N. miliaris Suriray.

G. Ornithocercus Stein.

- O. heteroporus* Kof.
O. magnificus Stein (fig. 12; II).

G. Ostreopsis Lind.

O. monotis (Meunier) Lind. (fig. 30; III).

* Les formes marquées d'un astérisque sont nouvelles pour la Méditerranée.

G. *Oxytoxum* Stein.

- O. Brunelli* Rampi (fig. 22; III).
O. constrictum Bütschli.
O. diploconus Stein.
O. elegans Pavill. (fig. 21; III).
O. longiceps Schiller (fig. 27; III).
O. Milneri Murray et Whitting (fig. 23; III).
O. minutum Rampi.
O. scolopax Stein (fig. 26; III).
O. sphæroideum Stein (fig. 25; III).
O. spinosum Rampi (fig. 24; III).
O. tessellatum Schütt.

G. *Pavillardinium* De Toni.

- P. intermedium* (Pavill.) De Toni.

G. *Peridiniopsis* Mangin.

- P. asymetrica* Mangin.

G. *Peridinium* Ehren.

- **P. achromaticum* Levander (fig. 12 a et b; III).
P. brochi Kof. et Swezy (fig. 1; III).
P. cerasus Paulsen.
P. claudicans Paulsen.
P. conicum (Gran) Ost et Schm. (fig. 11; III).
P. crassipes Kof. (fig. 32; II).
P. curvipes Ost. (fig. 5; III).
P. diabolus Cleve (fig. 3; III).
P. divergens Ehrenb.
P. globulus Stein.
P. grande Kof.
P. inflatum Okamura.
P. leonis Pavill. (fig. 10; III).
P. mito Pavill. (fig. 4; III).
P. oblongum (Aurivillius) Cleve (fig. 30; III).
P. oceanicum Vanhöff. (fig. 29; III).
P. ovum Schiller.
P. pallidum Ost. (fig. 2; III).
P. pellucidum Schütt. (fig. 7; III).
P. punctulatum Paulsen (fig. 9; III).
P. quarnerense Schröder.
P. simulum Paulsen (fig. 28; II).
P. steini Jörg. (fig. 8; III).
P. sphæricum Okamura.
P. subcurvipes Lebour (fig. 6; III).
P. subinerme Paulsen.
P. tregouboffi Halim (fig. 31; II).
P. trochoideum (Stein) Lemm.

G. *Phalacroma* Stein.

- P. acutum* (Schütt) Pavill.
P. argus Stein.
P. cuneus Schütt (fig. 26; I).
P. doryphorum Stein (fig. 27; I).
P. expulsum Kof. et Miche. (fig. 24 *a* et *b*; II).
P. favus Kof. et Miche. (fig. 25; I).
P. operculoides Schütt (fig. 23; I).
P. ovatum Jörg. (fig. 20; I).
P. ovum Schütt.
P. parvulum Jörg. (fig. 22; I).
P. porodictyum Stein (fig. 28; I).
**P. pulchellum* Lebour (fig. 19 *a* et *b*; I).
P. rapa Stein.
P. rotundatum Kof. et Miche. (fig. 21; I).

G. *Podolampas* Stein.

- P. bipes* Stein (fig. 32; III).
P. elegans Schütt.
P. palmipes Stein.
P. spinifer Okamura (fig. 31; III).

G. *Prorocentrum* Ehren.

- P. adriaticum* Schiller (fig. 9; I).
P. dentatum Stein (fig. 6; I).
P. maximum Matz.
P. micans Ehren. (fig. 1 à 5; I).
P. rotundatum Schiller (fig. 7; I).
P. Schilleri Böhm.
P. scutellum Schröder.
P. triestinum Schiller (fig. 8; I).

G. *Protoceratium* Bergh.

- P. areolatum* Kof.
P. reticulatum Clap. et Lach.
P. spinulosum Schiller (fig. 20; II).

G. *Pyrocystis* Murray.

- P. elegans* Pavillard.
P. lanceolata Schröder.
P. lunula Schütt.
P. robusta Kof.

G. *Pyrophacus* Stein.

- P. horologium* Stein.

G. Spiraulax Kof.*S. jollifoi* (Murray et Whitting) Kof. (fig. 23; II).*G. Triposolenia* Kof.*T. bicornis* Kof. (fig. 9; II).**Observations.****I. — ESPÈCES DOMINANTES OU CARACTÉRISTIQUES***Ceratium declinatum* Karsten (fig. 22 et 26; IV).

Espèce pérenne; apparaît en petits nombres dans presque tous les prélèvements quantitatifs. Les maxima observés sont de 27 spécimens/litre en août 1954 et 37 en mars 1955. La périodicité de cette espèce est plus marquée dans sa morphologie que dans sa fréquence numérique. *C. declinatum* est en effet une espèce polymorphe. JÖRGENSEN (1922) en a décrit 4 variétés : var. *normale*, var. *brachiatum*, var. *debile* et var. *majus*. La var. *orthoceras* de BÖHM (1931) n'est probablement que la première de celles-ci. PETERS (1934) la subdivise en 3 sous-espèces : *C. declinatum* sub-sp. *declinatum*, sub-sp. *angusticorneum* et sub-sp. *laticorneum*. Dans le plancton de Villefranche, toutefois, ce polymorphisme apparaît nettement comme un phénomène saisonnier.

La variété *brachiatum* (synonyme de *angusticorneum* Peters) est exclusivement printanière-estivale et n'a jamais été observée au-delà de l'automne. Sa fréquence est d'ailleurs assez faible; elle est reconnaissable à ses cornes gracieuses, à l'incurvation de la corne postérieure droite et à sa thèque transparente. *C. declinatum* var. *majus* dont la thèque est épaissie et chargée de protubérances est exclusivement hivernale et survit jusqu'au printemps. Les var. *declinatum* et *normale*, présentes en toutes saisons, sont reliées entre elles et aux deux précédentes par de nombreuses formes de transition qui rendent leur distinction quelquefois malaisée.

En moyenne, *C. declinatum*, var. *majus*, est d'un diamètre supérieur et d'une longueur totale inférieure par rapport à *C. declinatum* var. *declinatum* : $t = 48 \mu$ pour $41,7 \mu$; $l = 171 \mu$ pour 187μ ; envergure maximum : 174μ pour 151μ , mais les extrêmes se recouvrent.

Ceratium eucarvatum Jörg. (fig. 2; V).

Espèce certainement pérenne en profondeur, mais ne s'observe en surface qu'à la période d'homothermie. Entre l'automne et le début du printemps, les prélèvements au filet fermant la montrent assez uniformément répartie dans les premiers 150 m, plus rare au-delà. À partir de mai, elle est fréquente dans les eaux intermédiaires (—70 à —140 m), rare au-delà et absente en surface. Ne joue aucun rôle quantitatif.

Ceratium furca Clap. et Lach (fig. 7; IV).

Espèce pérenne, la plus commune du genre à Villefranche. *C. furca* est présent dans presque tous les prélèvements quantitatifs. De novembre 1953 à avril 1954 : 4 sp/l.; de novembre 1954 à mars 1955 : 2 à 3 sp/l. Le maximum annuel se situe entre fin avril et fin juin suivant les années, à des températures variant entre 17°50 et 20°50 : 450 individus au litre le 2 juin 1954; 840 le 28 avril 1955.

L'accroissement numérique débute cependant à des températures souvent proches du minimum. En 1953, il commence début mars (50 % des Péridiniens recensés) à 12°90; en 1953, fin mars, à 14°04; il semble que l'insolation soit le facteur stimulant (neuf heures par jour dans la décade précédant les observations de mars 1954). Par contre, au-delà d'une certaine limite, la température, ainsi que l'insolation en été, constituent des facteurs négatifs.

C. furca, espèce cosmopolite et assez tolérante, est observable à tous les niveaux, mais principalement en surface. A partir de 10 m, sa fréquence décroît rapidement. A 50 m de profondeur, elle n'a jamais dépassé 17 spécimens au litre.

Exuviella baltica Lohm. (fig. 13 et 14; I).

Espèce de petites dimensions (12 à 19 μ), à contour circulaire en vue latérale, lenticulaire en vue sagittale. La thèque est ornementée de petits pores disposés régulièrement; le contenu de la cellule est incolore.

Forme cosmopolite et pérenne, elle n'est cependant observable avec régularité qu'entre mars et octobre. Son maximum numérique est atteint en mai-juin à une température de 17°50 à 20° et une salinité de 37,30 ‰-37,84 ‰, à 1 m de profondeur. Sa fréquence numérique est assez variable d'une année à l'autre : si, en 1954, elle ne cons-

TABLEAU XVII

EXUVIELLA BALTICA (d'octobre 1954 à juillet 1955).

m	A 28 6 oct.	A 29 9 nov.	B 10 15 déc.	A 30 6 déc.	A 31 16 déc.	B 11 30 déc.	A 33 14 fév.	A 34 10 mars
1	8	0	0	84	8	0	0	11
10	8	0	—	24	1	—	0	9
25	0	0	0	—	2	1	0	24
50	0	0	0	—	2	1	0	9
100	—	—	0	—	—	0	—	—
200	—	—	0	—	—	—	—	—

m	B 12 28 mars	A 35 28 mars	B 13 18 avril	A 36 22 avril	A 37 7 mai	A 38 17 juin	A 39 4 juil.	A 42 22 juil.
1	63	150	150	93	2 088	2 200	234	72
10	—	96	—	72	186	280	102	—
25	108	42	108	126	21	132	156	—
50	90	72	270	—	18	6	156	—
100	13	—	32	—	—	—	—	—
200	0	—	0	—	—	—	—	—

tituait que 12,7 % du total des spécimens recensés au printemps, en 1955 elle était dominante et atteignait 47,0 %. Le maximum observé est de 2 200 cellules au litre le 17 juin 1955, à 1 m (65,6 %).

Sa répartition verticale montre une prédominance certaine en surface, mais avec *Dinoporella perforata*, *E. baltica* est l'une des rares espèces observables en nombres considérables jusqu'à 100 m (32 spécimens/litre en avril 1955).

Exuviella baltica ne figure pas sur l'inventaire de PAVILLARD à Monaco.

Heterodinium Detonii Rampi (fig. 27 a et b; II).

Cette intéressante espèce, décrite par RAMPI en 1943, est certainement celle décrite par SCHILLER, dans l'Adriatique, sous le nom de « *Palæophalacroma unicinctum* », et par SCHÜTT (1895) (fig. 29, 1 et 29, 2) sous le nom de « *Peridinium herbaccum* », d'après le matériel de la « Plankton Expedition ».

Espèce assez variable en forme et en dimensions (20 à 32 μ de longueur), tantôt globuleuse, tantôt ovale. Cette dernière forme, de petites dimensions, est la plus fréquente.

H. Detoni est une espèce pérenne et l'une des plus régulières du plancton de Villefranche. Elle est présente dans 70 % des prélèvements quantitatifs en 1953-1954, et dans 80 % en 1954-1955.

TABLEAU XVIII

HETERODINIUM DETONII (de novembre 1953 à juin 1955).

Période	Présence (% du total des prélèvements)	Moyenne au litre	Maximum au litre
Novembre 1953 à début avril 1954.....	80	7	18
Début avril 1954 à fin juin 1954.....	64	3,8	12
Août 1954 à début octobre 1954.....	86	7,7	17
De novembre 1954 à début mars 1955....	100	27,5	468
Fin mars à fin juin 1955.....	65	5,8	24

Dans ces deux années, cette espèce a été recensée plus régulièrement dans la période de novembre à mars qu'au Printemps. Quoique les écarts numériques soient de faible amplitude, les moyennes au litre ainsi que le pourcentage de fréquence ne laissent pas de doute sur le caractère automnal-hivernal de cette espèce. Le maximum de 468/litre a été observé le 6 décembre 1954.

En ce qui concerne la répartition verticale, des exemplaires isolés se retrouvent fréquemment à 100 m et 200 m, mais l'espèce est prédominante en surface. Elle ne semble pas avoir d'affinités néritiques.

En résumé, espèce polymorphe, pérenne, peu abondante mais assez régulière.

H. Detonii est l'un des rares Péridiniens à prédominance automnale-hivernale et constitue l'espèce-pilote de cette période.

Ostreopsis monotis (Meunier) Lindemann (fig. 30, III).

Espèce exclusivement printanière, néritique et de surface. Observée en petits nombres dans les prélèvements quantitatifs de fin mars à fin juin, rarement au-delà. Plus abondante dans les eaux côtières. En mai 1954, apparaît à une température de 14°4 en spécimens isolés et atteint son maximum vers le 20 juin (t° 21°3) avec 12 spécimens au litre. En 1955, elle apparaît à partir de fin mars (t° 14°0), et le maximum observé est de 24 spécimens au litre, le 10 juin, à 19°8.

La tabulation des formes observées à Villefranche est conforme à celle donnée par MEUNIER (d'après LEBOUR 1925). Diamètre dorso-ventral 35 μ , largeur 27 à 33 μ .

Nieuport, Belgique (MEUNIER); étang de Thau (BIECHLER); Villefranche.

Dinoporella perforata (Gran) Schiller, n. nom (fig. 18 a et b; I)
= *Porella perforata* (Gran) Schiller.

Espèce pérenne à périodicité bien définie quoique d'amplitude moyenne. *Dinoporella perforata* a son maximum annuel au début du printemps, durant une période très limitée (de mars à avril). Dominante durant cette période, moins fréquente en mai-juin, elle caractérise la première phase de la poussée annuelle des Péridiniens.

De toutes les espèces ayant un rôle quantitatif notable, elle est la seule qui ait été recensée certaines fois en plus grand nombre dans les eaux intermédiaires (50 à 100 m). Le maximum numérique de l'année 1955 se situe à 100 m, le 28 mars (st. B), avec 162 au litre (t° et S ‰ *in situ*, 13°20 et 37,92 ‰). L'accroissement numérique rapide observé à partir du 10 mars 1955 coïncide avec les conditions début-printanières et semble donc stimulé par l'insolation et la hausse de température : (14°0). Ces conditions, d'abord favorables, deviennent limitatives à partir des observations du 7 mai (17°50).

Deux pores au pôle flagellaire. Dimensions : généralement 20 à 30 μ de longueur, 19,5 μ de largeur, rarement plus petite (14,5 μ de longueur).

Dinoporella perforata ne figure pas sur les listes de PAVILLARD ni de RAMPI.

Le genre *Porella* Schiller a été changé en *Dinoporella* à la suggestion de M. le Professeur FELDMANN, le nom de *Porella* Linné ayant priorité pour les Hepaticæ.

TABLEAU XIX
DINOPORELLA PERFORATA (de février à juillet 1955).

Profondeur en m	A 33	A 34	A 35	B 42	B 43	A 36	A 37	A 38	A 39	A 42
1	6	24	90	60	48	36	12	24	30	24
10	5	33	60	—	—	84	6	9	0	—
25	2	26	60	78	54	120	9	12	0	—
50	2	13	120	126	102	—	18	0	0	—
100	—	—	—	162	12	—	—	—	—	—
200	—	—	—	17	7	—	—	—	—	—

Prorocentrum micans Ehren. (fig. 1-5, I).

Les représentants de cette espèce observés à Villefranche ont une longueur de 39 μ à 66 μ et une largeur de 24,5 μ à 31 μ , le dard a 5 μ de long. Les cellules mégacytiques, constituant quelquefois 50 % des spécimens recensés au printemps, sont toutes pourvues d'une épine postérieure de 2 à 4 μ . La grande variabilité de cette espèce en forme et en dimensions dans le plancton de Villefranche, tout particulièrement à la période de reproduction rapide au printemps, est à l'appui de l'opinion émise par BRAARUD et ROSSAVIK (1951) et reprise par E. J. F. WOOD (1954) sur l'identité de différentes espèces de *Prorocentrum*. Cependant, si *P. Schilleri*, *P. gibosum*, *P. gracile* sont probablement des formes de *P. micans*, *P. triestinum* est certainement une espèce indépendante.

P. micans est une espèce pérenne observée pratiquement dans tous les prélèvements quantitatifs. Sa fréquence numérique est bien plus élevée entre fin mars et octobre et présente un maximum bien défini au printemps, comme le montre le tableau XX.

TABLEAU XX

PROROCENTRUM MICANS (de mars à décembre 1954).

Profondeur en m	A 20 19 mars	B 8 6 avril	A 21 7 avril	A 22 5 mai	A 23 25 mai	A 24 2 juin	A 25 21 juin
1	5	7	20	105	130	360	348
10	6	—	65	31	168	168	192
25	6	54	29	24	10	25	18
50	11	42	11	20	10	11	12
100	—	11	—	—	—	—	—
200	—	2	—	—	—	—	—

Profondeur en m	A 26 27 août	A 27 21 sept.	A 28 6 octobre	A 29 9 nov.	B 10 15 nov.	A 30 6 déc.	B 11 30 déc.
1	24	66	36	10	8	174	6
10	12	36	28	9	—	30	—
25	8	20	2	6	2	—	3
50	3	—	2	1	1	3	6
100	—	—	—	—	2	—	2
200	—	—	—	—	—	—	1

Le maximum observé en 1955 est de 450 au litre le 28 avril.

P. micans est cependant une espèce irrégulière et présente quelquefois des poussées soudaines suivies de régression : le 22 avril 1955 à 1 m, 9 individus au litre; le 28 avril, 450; le 7 mai, 30; le 17 juin, 300.

Quoique ces variations soient de faible amplitude à Villefranche, elles sont à rapprocher du phénomène des « eaux rouges » observé notamment sur les côtes de Californie et provoqué dans certains cas par une abondance exceptionnelle de *P. micans*.

P. micans est l'une des espèces qui contribuent à constituer la masse des Péridiniens au printemps.

A la saison d'hiver, il est représenté par plusieurs spécimens au litre (11 au

maximum) et constitue également l'une des espèces dominantes de cette saison. Espèce à prédominance de surface (quelques spécimens à 100 m et 200 m). Ne semble pas avoir d'affinité marquée pour les eaux néritiques.

Prorocentrum triestinum Schiller (fig. 8; 1).

L'espèce la plus petite du genre; sa forme et ses dimensions permettent de la reconnaître sans difficulté. Elle varie, en longueur, de 18 μ à 25 μ . En vue latérale, la thèque n'est pas symétrique; elle a un bord convexe et bombé, l'autre, sinueux, présente une très légère concavité à la base du dard.

Décrit par SCHILLER, dans l'Adriatique, *P. triestinum* est répandu dans les deux bassins de la Méditerranée. Il a été prélevé par RAMPI, à Portofino, et s'observe également en très grands nombres dans les eaux polluées d'Alexandrie (observations inédites). Il a été observé par BÖHM, dans le Pacifique, et se retrouve également dans la Manche (communication personnelle de Miss D. BALLANTINE, Plymouth). *P. triestinum* est donc une espèce cosmopolite, mais son extension géographique serait sans doute mieux connue n'étaient ses dimensions assez réduites.

Espèce exclusivement printanière-estivale, elle s'observe dans le plancton de Villefranche à partir de fin avril (température 15° à 16°), atteignant rapidement son maximum fin mai, pour décroître ensuite et disparaître complètement début octobre. Dominante au printemps 1954 où elle atteignait 2 000 cellules au litre le 25 mai (58 %), elle était l'une des formes les plus abondantes en 1955. Forme de surface, pratiquement restreinte aux 25 premiers mètres, comme le montrent les 4 stations suivantes :

TABLEAU XXI

RÉPARTITION VERTICALE de *Prorocentrum triestinum*.

Profondeur en m	1954		1955	
	25 mai	2 juin	17 juin	4 juillet
1	1 000	1 225	204	84
10	708	865	18	6
25	5	96	0	12
50	6	0	0	0

II. — ESPÈCES PEU FRÉQUENTES OU NOUVELLES

Amphisolenia globifera Stein (fig. 10; II). D'après JÖRGENSEN (1923).

L'espèce la plus petite du genre; facilement reconnaissable par ses dimensions, sa forme et la présence de deux petites épines sur le renflement globulaire de l'antapex. Cinq spécimens observés en décembre 1955 et 1954 dans les eaux de surface (25 m et 1 m). La température *in situ* variait de 14°74 à 17°01; 3 de ces spécimens mesuraient 143 μ à 150 μ , et les deux autres : 207 μ de longueur.

Amphisolenia truncata Stein. D'après JÖRGENSEN (1923).

Un seul exemplaire au filet de surface en janvier 1953. Longueur, 1 780 μ ; plus grande largeur, 24 μ . Cet exemplaire est le second représentant de l'espèce signalé en Méditerranée, après celui récolté par JÖRGENSEN.

Ceratium belone Cleve (fig. 6; IV).

Transdiamètre, 31 μ ; longueur, 593 μ . Espèce rare, observée en décembre 1952 et en janvier 1955.

Ceratium falcatifforme Jörg. (fig. 5; IV).

Espèce peu fréquente et très irrégulière. Observée dans les prélèvements quantitatifs de novembre 1953 à janvier 1954, en spécimens isolés, très rare depuis.

Les dimensions des exemplaires observés sont légèrement supérieures à celles données par JÖRGENSEN : 330 μ de long (306 à 359); rapport de l'épithèque à l'hypothèque : 1,26 en moyenne (de 1,05 à 1,69); transdiamètre : 20,5 μ à 21,5 μ .

L'individualité spécifique de cette forme, mise en doute par PAVILLARD, ne semble pas contestable.

Citharistes regius Stein (fig. 8; II).

Deux seuls exemplaires (21 décembre 1953, station B, à 1 m et 100 m). Observée par RAMPI à San Remo, mais ne figure pas sur la liste de PAVILLARD.

Exuviella cincta Schiller (fig. 16; I).

Un seul exemplaire (17 juin 1955, à 10 m). Longueur, 28 μ ; largeur, 19,5 μ . Absente de l'inventaire de PAVILLARD, mais signalée par RAMPI à San Remo.

Exuviella oblonga Schiller (fig. 12; I).

Deux exemplaires (24 juin 1955, à 1 m). Longueur, 28 μ ; largeur, 19,5 μ . Les dimensions sont plus réduites que celles données par SCHILLER. L'ornementation est indistincte. Nouvelle pour la Méditerranée occidentale.

Heterodinium grahami Rampi.

Deux exemplaires à 1 m le 10 et le 21 décembre 1953. La longueur, 39 μ , est inférieure à celle des exemplaires de RAMPI.

Heterodinium leiorynchum (Murr. et Whitt.) Kof. (fig. 25; II).

Observable en petits nombres dans les prélèvements au filet, probablement pérenne. Longueur, 90 μ .

Heterodinium mediterraneum Pavillard.

Trois observations, dont deux en surface : février 1953 (filet); septembre 1954, à 1 m; décembre 1954, à 50 m.

Heterodinium milneri Kof.

Deux exemplaires, observés tous deux à 100 m de profondeur (décembre 1953 et avril 1955). Les dimensions des spécimens observés sont plus réduites que celles données par KOFOID d'après le matériel du Pacifique, et par RAMPI à San Remo. Longueur, 39 μ ; largeur, 31 μ .

Heterodinium murrayi Kof.

Un seul exemplaire le 28 mars 1955 (station B, à 100 m).

Heterodinium richardi Pavillard (fig. 26: II).

Espèce rare et sciaphile. Observée uniquement dans les prélèvements au filet fermant en exemplaires isolés, exclusivement dans la zone de —100 m à —200 m.

Histioneis elegans n. sp. (fig. 22: II).

Espèce de dimensions relativement grandes : 74 μ . Thèque asymétrique, à contour subcirculaire, inclinée postéro-dorsalement de 25°, plus large que haute. Rapport de la hauteur à la largeur 0,87; hauteur, 23,5 μ ; largeur, 27 μ .

Collerette antérieure lisse, haute de 23,5 μ , à pédoncule étroit (3 μ), peu évasée à son extrémité distale (6 μ de diamètre). Collerette postérieure également lisse, moins haute que la thèque, presque aussi haute que large (19,5 μ et 20,5 μ), à bordure ventrale cambrée, régulièrement convexe. Le jabot (« frill » dans la terminologie de KOFOID), compris entre la nervure circulaire marginale et la bordure antérieure, est étroit et peu développé. La thèque est sculptée de larges pores espacés et régulièrement disposés. Quelques phaeosomes dans la cavité de la collerette postérieure.

Aileron ventral gauche bien développé, se prolongeant postérieurement au-delà de l'antapex, d'une distance égale à la largeur de la thèque (27 μ). R 2 antérieur indistinct; R 2 postérieur incurvé, rejoint R 3 dans son premier tiers environ. R 3 massif, submarginal, s'incurve ventralement avant l'extrémité postérieure de l'aileron. Plusieurs nervures accessoires, plus ou moins épaissies, partent de R 2 postérieur et de R 3. Le specimen figure présentait une large échancrure de l'aileron au niveau de la thèque.

Observations : un seul spécimen recueilli à la bouteille le 15 septembre 1954, à 10 m de profondeur (st. A). Température de surface : 22°8.

Histioneis imbricata n. sp. (fig. 15: II).

Espèce de dimensions relativement grandes, longueur totale 72 μ . La thèque est subsphérique, asymétrique, inclinée postéro-dorsalement de 24°, et plus large que haute (26 μ pour 29 μ); le rapport de la largeur à la hauteur est de 0,89 : 1. Collerette antérieure

à pédoncule étroit à la base (4 μ), largement évasé au sommet (19,5 μ de diamètre). Sa bordure libre est renforcée par un réseau de fortes nervures.

Collerette postérieure lisse, subissant une constriction dans son tiers distal, diamètre : 23,5 μ à la base, 26 μ au sommet, et 19,5 μ au niveau de la constriction; hauteur 19,5 μ ; largeur du sillon transversal : 6 μ . La thèque est sculptée de larges pores espacés. Quelques phaosomes ont été observés dans la cavité de la collerette postérieure.

L'aileron ventral gauche, bien développé et nettement recourbé postéro-dorsalement, se prolonge au-delà de l'antapex, d'une distance égale à la hauteur de la thèque. Son bord libre, régulièrement convexe, rejoint la collerette postérieure au niveau de la constriction. Les nervures qui le sous-tendent, fortes et ramifiées, s'entrecroisent, donnant une figure complexe. R 2 antérieur, sinueux, s'incurve d'abord postérieurement et rejoint ensuite le bord libre de l'aileron. R 2 postérieur, incurvé postérieurement, triramifié dans son tiers distal, rejoint R 3 dans le premier tiers de celui-ci. Son troisième rameau est marginal le long de la bordure dorsale de l'aileron. R 3, large et massif, est sous-marginal. A son extrémité distale, il est rejoint par les ramifications de R 2 postérieur, le tout donnant un éperon qui renforce l'extrémité postérieure arrondie de l'aileron. Un seul spécimen recueilli au filet de surface (février 1954). *Conditions « in situ »* : salinité, 38,03 ‰; température : 13°20.

Histioneis faouzi n. sp. (fig. 19; II).

Espèce de dimensions relativement grandes : 80 μ de longueur totale. Thèque subsphérique, à contour irrégulier; légèrement aplatie postéro-ventralement, elle présente une dépression antéro-dorsale. L'angle d'inclinaison postéro-dorsal est de 22°5. Un peu plus large (25,6 μ) que haute (23,5 μ), le rapport de la hauteur à la largeur est de 0,91 : 1.

Collerette antérieure en entonnoir profond, étroit à la base (4,8 μ), largement évasé distalement (19 μ de diamètre). Son bord libre est renforcé par de robustes nervures. Collerette postérieure bien cambrée, aussi large que haute (21,6 μ). L'ornementation de la thèque est constituée par de larges pores, régulièrement disposés.

L'aileron ventral gauche, bien développé, a une forme caractéristique. R 2 supérieur, d'abord légèrement incliné postérieurement, se redresse dans sa seconde moitié, pour se prolonger antérieurement sous le bord libre de l'aileron. R 2 inférieur, recourbé en fer à cheval, rejoint la thèque sans croiser R 3. Celui-ci, sous-marginal. Plusieurs courtes nervures accessoires.

Un exemplaire, le 14 février 1955, en surface (st. A).

Conditions « in situ » : salinité, 37,95 ‰, température, 13°25.

Cette espèce est dédiée à M. le P^r HUSSEIN FAOUZI en respectueux hommage.

Histioneis rampii n. sp. (fig. 21; II).

Espèce de moyennes dimensions; longueur totale : 62,5 μ . La thèque, subréniforme, plus haute dorsalement que ventralement (17 μ pour 14 μ), est inclinée postéro-dorsalement de 43°. Elle est peu élevée, environ 2 fois aussi large que haute, rapport de la largeur à la hauteur : 1 : 0,53 (15,5 μ : 29,0 μ).

Collerette antérieure à pédoncule tubulaire étroit (diamètre, 3 μ), largement évasée

en entonnoir profond dans sa moitié distale (15,5 μ de diamètre d'ouverture). Haute de 27 μ , son bord libre est renforcé par un réseau de fines nervures. Collerette postérieure moins haute que large : 19,6 μ pour 22,5 μ . De sa nervure marginale, robuste, partent de courtes nervures renforçant le jabot. Aileron ventral gauche aliforme, arrondi postérieurement, se prolonge au-delà de l'antapex de 21,5 μ . Il est sous-tendu par des nervures massives. R 2 supérieur ramifié; ses deux rameaux principaux, sous-marginaux et noueux, se prolongent antérieurement et postérieurement. R 2 inférieur, robuste, recourbé en anneau, rejoint le bord postérieur de la thèque, non loin de son point de départ. R 3 absent.

Un spécimen recueilli à 100 m le 6 avril 1954 (st. B).

Conditions « *in situ* » : salinité, 37,86 ‰; température, 13°39.

Cette espèce est dédiée au D^r LEOPOLDO RAMPI, l'éminent planctonologiste de San Remo.

Histioneis voukii Schiller (fig. 18; II).

Espèce de petites dimensions; longueur totale : 47 μ . La thèque, cerisiforme, présente une légère dépression antéro-dorsale. Sa hauteur (21,5 μ) est légèrement inférieure à la largeur (23,5 μ), le rapport étant de 0,91 : 1. La thèque est ornée de larges pores, régulièrement espacés.

Collerette antérieure à pédoncule étroit (diamètre, 3 μ), largement évasée en entonnoir profond dans sa moitié distale (diamètre d'ouverture, 27 μ). Sa hauteur (15,5 μ) est considérablement inférieure à celle de la thèque et son bord libre est renforcé par de fines nervures ramifiées. Collerette postérieure lisse, nettement plus large (27 μ) que haute, d'une hauteur égale à celle de la collerette antérieure.

Aileron ventral gauche peu développé, en forme d'éperon, à bordure ventrale régulièrement convexe, à bordure dorsale concave. Se prolonge, au-delà de l'antapex, de 12,1 μ . R 2 inférieur arqué postérieurement, rejoint R 3 en son milieu. R 3 sous-marginal, simple.

Un spécimen en surface, le 9 novembre 1954 (st. A).

Conditions « *in situ* » : salinité, 37,92 ‰; température, 17°78.

Histioneis villafranca n. sp. (fig. 14; II).

Espèce de dimensions relativement grandes; longueur totale : 70,5 μ . Thèque subsphérique, légèrement comprimée antéro-dorsalement; inclinée postéro-dorsalement de 29°. Elle est plus large (27 μ) que haute (23,5 μ), le rapport de la hauteur à la largeur étant de 0,87 : 1.

Collerette antérieure élancée, à pédoncule tubulaire étroit (2 μ), largement évasée dans son tiers distal (17,5 μ de diamètre), d'une hauteur égale à celle de la thèque (23,5 μ). Collerette postérieure légèrement cambrée, subissant une constriction dans son tiers distal; à peine moins large que haute (respectivement 21,5 μ et 22,5 μ). L'ornementation de la thèque est constituée de larges pores régulièrement espacés.

L'aileron ventral gauche, aliforme, est bien développé; se prolonge, au-delà de l'antapex, d'une distance égale à la hauteur de la thèque. R 2 supérieur incliné postérieurement; R 2 inférieur, incurvé, rejoint R 3 dans son premier tiers. R 3 massif, sous-

marginal, se redresse, en s'atténuant, dans son tiers distal en direction de la bordure ventrale. Celle-ci fortement échancrée au niveau de l'antapex.

Un spécimen à 10 m, le 15 septembre 1954 (st. A).

Conditions « *in situ* » : salinité, 37,99 ‰; température, 21°80.

Histioneis longicollis Kofoid (fig. 16; II).

Espèce de dimensions relativement grandes; peu variable. Longueur totale : 74 μ . Thèque cerisiforme, nettement plus large que haute : 27 μ pour 21,5 à 23,5 μ ; rapport de la hauteur à la largeur, 0,8. L'axe du corps est incliné postéro-dorsalement à 28°. La collerette antérieure, très étroite à la base (2 μ), s'évase largement dans son tiers distal (15,5 μ de diamètre) et sa hauteur, 25,5 μ , est plus grande que celle de la thèque. Collerette postérieure lisse et plus haute que large (hauteur : 19,5 μ). L'ornementation de la thèque est constituée de larges pores régulièrement espacés.

L'aileron ventral gauche, modérément incurvé postéro-dorsalement, est convexe à sa bordure ventrale, convexe puis droit dans les deux moitiés de sa bordure dorsale.

L'ornementation est simple, R 2 supérieur court et très légèrement recourbé vers l'antapex; R 2 inférieur s'incurvant nettement en direction de la bordure dorsale de l'aileron et rejoignant R 3 en son milieu. Un court rameau part de R 2 peu avant sa jonction avec R 3. Celui-ci, sous-marginal, non ramifié, atteignant l'extrémité inférieure de l'aileron.

Observations : deux spécimens recueillis, l'un à la bouteille à renversement à 200 m, en décembre 1953 (st. B); l'autre au filet de surface, en janvier 1954.

Conditions « *in situ* » : salinité, 38,27 ‰ et 37,98 ‰; température, 13°20 et 14°45.

Histioneis sublongicollis n. sp. (fig. 20; II).

Espèce de dimensions relativement grandes; longueur totale : 78 μ . La thèque est asymétrique, à contour subcirculaire, plus large que haute (27 μ pour 23,5 μ); le rapport de la hauteur à la largeur est de 0,87 : 1. L'axe du corps est incliné postéro-dorsalement à 28°. La collerette antérieure est d'une hauteur supérieure à celle de la thèque (27 μ). Très étroit à la base (2 μ), son pédoncule est très largement évasé au sommet (23,5 μ de diamètre) et sa bordure est lisse. La collerette postérieure, également lisse, a 23,5 μ de haut. La thèque porte de larges pores régulièrement espacés.

L'aileron ventral gauche, bien développé, est nettement incurvé postéro-dorsalement, se prolonge de 31 μ au-delà de l'antapex. Ventralement convexe, sa bordure est, dorsalement, d'abord convexe, puis légèrement concave dans ses deux moitiés. Son ornementation est relativement simple. R 2 supérieur, sinueux et peu épaissi, parvient jusqu'à la bordure ventrale. R 2 inférieur, fortement incurvé vers l'antapex, rejoint R 3 en son milieu. Celui-ci, marginal, est prolongé le long de la bordure ventrale de l'aileron par une nervure sous-marginale sinueuse. Cette forme rappelle *H. longicollis* Kofoid. Elle s'en distingue par la forme de l'aileron et son ornementation. Un spécimen recueilli au filet de surface (novembre 1953).

Conditions « *in situ* » : salinité, 37,95 ‰; température, 18°50.

Histioneis variabilis Schiller (fig. 17; II).

Espèce de dimensions moyennes; longueur totale : 43 μ . La thèque, de contour subglobulaire, est presque aussi haute que large (18,5 μ pour 19,5 μ); le rapport $h/l = 0,94 : 1$. L'axe du corps est incliné postéro-dorsalement de 12°. La collerette antérieure, large de 2 μ à la base, n'a que 8 μ de diamètre au sommet et sa hauteur est légèrement supérieure à celle de la thèque (21,5 μ); son bord libre est renforcé de fortes nervures. La collerette postérieure, haute de 15,5 μ , est constituée par une membrane lisse et sans ornementation.

L'ornementation de la thèque est constituée de larges pores disposés régulièrement. Plusieurs phæosomes ont été observés dans la collerette postérieure.

L'aileron ventral gauche, plus large que long, se prolonge au-delà de l'antapex d'un tiers de la hauteur de la thèque (6 μ).

L'ornementation est typique, mais R 3 est sous-marginal et non marginal, de sorte que la bordure dorsale de l'aileron est régulièrement concave et non lobée.

Un seul spécimen, le 21 décembre 1953, à 50 m (st. B).

Conditions « *in situ* » : salinité, 38,00 ‰; température, 16°43.

Oxytoxum Brunelli Rampi (fig. 22; III).

Un seul prélèvement quantitatif (21 juin 1954, à 25 m), quelques exemplaires au filet horizontal. Probablement pérenne. Dimensions : 50 μ de longueur, 37 μ de largeur.

Oxytoxum constrictum (Stein) Bütschli; RAMPI (1941).

Observé plusieurs fois dans les prélèvements quantitatifs, mais plus fréquent au filet de surface. Espèce certainement pérenne, apparaissant plus régulièrement l'automne et l'hiver.

O. constrictum est une espèce de surface qui n'a aucun rôle quantitatif. Dimensions : 74 μ de longueur, 35-46 μ de largeur.

Oxytoxum elegans Pavillard (fig. 21; III); RAMPI (1941).

Un seul prélèvement quantitatif, le 20 novembre 1953, à 25 m. Observé également au filet horizontal (même date) et au filet fermant de 230 m à 150 m (31 décembre 1954). Dimensions : 70 μ de longueur, 31 μ de largeur.

Oxytoxum Milneri Murr. et Whitt. (fig. 25; III).

D'après RAMPI (1941).

Observé 4 fois dans les prélèvements quantitatifs de décembre à février, à des températures *in situ* allant de 13°27 à 17°. Quelques observations au filet horizontal, également en hiver. Dimensions : longueur : 113 μ ; diamètre : 34 μ ; hauteur de la ceinture : 8 μ .

Oxytoxum spinosum Rampi (fig. 24; III).

Trois exemplaires déterminés avec certitude (10 décembre 1943, 2 exemplaires à 50 m; 11 mars 1954, à 25 m) mais probablement fréquent l'automne et l'hiver. Les exemplaires déterminés sont conformes à la description de RAMPI. Dimensions: longueur: 22 μ ; diamètre: 25,5 μ .

Oxytoxum tessellatum (Stein) Schütt.

D'après RAMPI (1941).

Observé 5 fois dans les prélèvements quantitatifs d'octobre à mai.

Conditions « *in situ* » : salinité, 37,75 ‰ à 38,02 ‰; température, 14°40 à 18°40. Dimensions : longueur : 47 μ ; diamètre : 27 μ .

Peridinium Tregouboffi Halim (1955) (fig. 31; II).

Espèce peu abondante, exclusivement « sciaphile », observée fréquemment en petits nombres dans la zone inférieure de la couche épiplanctonique (—200 m à —100 m), mais uniquement dans les pêches au filet fermant. Appartenant au groupe des « Divergentia », elle se différencie des autres espèces de ce groupe par sa forme triangulaire en vue apicale, par ses cornes antapicales cunéiformes et par ses plaques dorsales 3', 2 a et 4'' plus hautes que larges.

Phalacroma pulchellum Lebour (fig. 19 a et b; I).

Espèce jusqu'ici signalée uniquement dans les eaux de Plymouth par LEBOUR qui l'a décrite (1925), et dans les eaux australiennes par E. J. F. WOOD (1954). Observée plusieurs fois à Villefranche, le 6 avril 1954 (st. B) : 1 spécimen à 25 m, 2 à 200 m; le 16 décembre 1954 (st. A), à 10 m; le 10 novembre 1955 (st. A), à 50 m, le 28 mars 1955 (st. B), à 100 m. La température *in situ*, au moment de la récolte, varie de 12°87 à 15°47. Il est à remarquer que tous ces prélèvements se situent à la période d'homothermie, ce qui permet de supposer que *Phalacroma pulchellum* n'est pas une espèce de surface en Méditerranée.

La thèque ainsi que la ceinture sont entièrement recouvertes de larges pores disposés régulièrement. Le sillon longitudinal, large sur l'hypothèque, se prolonge sur l'épivalve et se trouve bordé d'ailerons peu développés sur toute sa longueur. Dimensions : 23,5 μ de long; 19,5 μ de diamètre; le sillon transversal est large et profond (4 μ de largeur). Nouvelle pour la Méditerranée.

Porolampas spinifera Okamura (fig. 31; III).

Espèce peu fréquente, irrégulière, sans périodicité apparente. Observée en petits nombres (1 à 6 spécimens au litre) dans les prélèvements quantitatifs de novembre 1953 à janvier 1954, rarement depuis.

Prorocentrum adriaticum Schiller (fig. 9; I).

Unique exemplaire (18 avril 1955, à 10 m). Dimensions : 23,3 μ de longueur et 10 μ à sa plus grande largeur. L'ornementation est indistincte; le contenu de la cellule, hyalin. Nouveau pour la Méditerranée occidentale.

Prorocentrum dentatum Stein (fig. 6; I); PAULSEN, p. 7 (1908).

Quatre spécimens en tout; en novembre et décembre 1953 (25 m et 100 m), septembre et novembre 1954 (1 m et 10 m). La température et la salinité, *in situ* au moment des prélèvements, étaient respectivement 16°18 et 21°80, 37,97 ‰ et 38,02 ‰.

Les exemplaires observés sont peu variables en dimensions : 35 μ à 36 μ de longueur, 14,5 μ à 16 μ à la plus grande largeur.

Non signalé par PAVILLARD, ni RAMPL.

Prorocentrum maximum Matzonauer.

Un seul exemplaire (2 juin 1954, à 1 m). Longueur : 25,5 μ ; largeur : 23,5 μ . La thèque est recouverte de pores sur toute sa surface, le dard est à peine visible. Détermination douteuse.

REMARQUES GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Pour un groupe de phytoplanctontes, la *productivité* en un temps donné sera fonction de la quantité initiale de phytoplancton et de l'énergie solaire utilisable pendant ce temps. Elle est influencée ou limitée par la température, par la concentration des sels nutritifs, et dépendra également des espèces composant ce groupe, certaines se développant plus rapidement que d'autres.

L'ordre de grandeur du stock phytoplanctonique présent à un moment donné est un équilibre instable résultant de nombreuses forces opposées, favorables ou défavorables au développement et à la reproduction des cellules végétales.

BRAARUD (1935) a classé ces agents en facteurs directs et facteurs indirects de la productivité. Cette classification a été reprise sous une forme légèrement modifiée par SVERDRUP, JOHNSON, FLEMING (1942), mais nous retiendrons cependant celle de BRAARUD.

I. — Les facteurs *directs* de la productivité contrôlent le développement et le rythme de la reproduction des organismes végétaux. Parmi ces facteurs, il distingue :

A. — *a)* Les facteurs énergétiques : lumière, oxygène.

b) La nutrition : l'anhydride carbonique, les sels nutritifs (Fe, N, P, Si, ...).

c) Autres facteurs contrôlant le métabolisme des cellules : la température, la salinité, le pH, le taux du calcium, etc.

B. — Facteurs contrôlant la densité du plancton végétal dans la couche photique autrement qu'en agissant sur le rythme de la reproduction :

- a) La consommation par les microphages et les animaux herbivores.
- b) La chute passive des organismes végétaux au-delà de la couche photique.
- c) L'entraînement par les courants verticaux en dehors de cette couche.

II. — Les facteurs *indirects* agissent par l'intermédiaire des facteurs précités. Ils peuvent être de natures très diverses et tels que les conditions météorologiques, la topographie du fond, les eaux de ruissellement, la stabilité des eaux dans la couche photique, etc.

Il n'existe que peu de renseignements sur les exigences écologiques des Péridiniens en ce qui concerne ces facteurs. Depuis BARKER (1935), cependant, un certain nombre d'auteurs sont parvenus à maintenir les Péridiniens testacés en culture et à les soumettre à des expériences : GROSS (1937), BRAARUD (1945-1951), BRAARUD et J. PAPPAS (1951), BRAARUD et E. NORDLI (1951), G. R. HASLE et NORDLI (1951), NORDLI (1953). Leurs travaux ont porté sur les espèces suivantes : *Ceratium fusus*, *C. furca*, *C. tripos*, *Peridinium triquetrum*, *Dinoporella perforata*, *Exuviella baltica*, *Gonyaulax tamarensis*, *G. polyedra*, *Protoceratium reticulatum*, *Prorocentrum micans*, ainsi que plusieurs Péridiniens nus.

Ces observations, faites sur des cultures, ont fourni d'importants renseignements à la fois sur l'écologie, la biologie et la morphologie de ces Péridiniens. Elles ouvrent ainsi un champ nouveau d'investigations et sont d'un intérêt extrême pour l'interprétation des observations faites sur les populations marines.

Il convient cependant, avant d'en généraliser les conclusions, de tenir compte des faits suivants :

a) Les espèces cultivées sont toutes assez tolérantes, euryhalines et eurythermes dans une grande mesure.

b) La plupart d'entre elles sont cosmopolites, mais les expériences n'ont porté que sur leurs représentants locaux. Ce fait n'est pas sans importance puisque BARKER et BRAARUD ont montré que les « lignées » différentes d'une même espèce, cultivées dans des milieux identiques, peuvent se comporter différemment.

Dans ce qui suit, les différents facteurs du milieu marin étudiés au cours de ce travail seront envisagés successivement, avant d'être discutés dans leur interaction et leurs effets réciproques.

L'oxygène. — La tension en oxygène présente un cycle annuel bien défini dans la baie de Villefranche (chapitre II). Par suite de l'accélération de la phytosynthèse des organismes végétaux au printemps, les eaux sont sursaturées en oxygène dans la zone supérieure de la couche photique d'avril à fin juin (103 % à 106 % dans les 25 premiers mètres). La tension en oxygène diminue ensuite pour atteindre son minimum en hiver. Ainsi qu'on peut le voir, elle demeure cependant assez proche de la saturation et ne tombe que très rarement en dessous de 90 % à la station A. Par conséquent, quelle que soit la saison, l'oxygène indispensable aux organismes vivants se trouvera à tout moment en quantité suffisante pour leur besoin et ne saurait donc intervenir dans le cycle de la productivité.

La salinité. — Il est admis que la salinité a moins d'importance pour la production organique du plancton végétal que pour sa composition systématique. Cet effet sélectif est sans doute moins apparent dans les océans que pour une mer telle que la Méditerranée. GRAHAM (1942), d'après le matériel recueilli par l'Expédition du Carnegie (1928-1929), conclut que les variations de salinité dans les eaux océaniques sont trop faibles pour constituer une barrière à l'expansion géographique des *Ceratium*. Ni PETERS (1934), ni STEEMANN-NIELSEN (1934), n'ont pu également constater une influence de la salinité sur la répartition océanique des représentants de ce genre. Les expériences de BRAARUD (1951) et de NORDLI (1953) apportent un élément intéressant. Ces auteurs ont pu établir que le rythme de la reproduction est affecté par les variations de la salinité et qu'il existe une salinité optimum pour *Exuviella baltica*, *Peridinium triquetrum*, *Prorocentrum micans*, *Ceratium fusus*, *C. furca*, *C. tripos*. Mais les salinités optimales, établies pour ces espèces, varient entre 10 ‰ et 20 ‰ et sont par conséquent excessivement plus faibles que celles des eaux marines proprement dites et de la Méditerranée en particulier. BRAARUD, par des essais effectués sur différentes « lignées » d'une même espèce (*Prorocentrum micans*), conclut à la possibilité de l'existence de plusieurs « unités taxonomiques » dans chaque espèce, caractérisées par des exigences physiologiques différentes. Il n'est donc pas exclu que les mêmes espèces en Méditerranée aient une salinité optimale différente dans d'autres mers. Ces diverses données ne permettent pas encore cependant de préciser le rôle écologique de la salinité. Toutefois, ses variations à Villefranche sont de faible amplitude et ne présentent aucun caractère saisonnier. Elles ne sauraient donc intervenir dans le cycle écologique des Péridiniens.

L'insolation. — L'énergie solaire disponible pour la photosynthèse des organismes végétaux marins, en un temps donné, dépend : a) de la nébulosité du ciel et du nombre d'heures d'insolation pendant ce temps; b) de la fraction de la lumière incidente parvenant au niveau d'habitat de ces organismes. La pénétration de la lumière dans le milieu marin dépend, à son tour : a) de la déclinaison du soleil au-dessus de l'horizon; b) de la transparence des eaux ou de leur degré de turbidité. De ces différents facteurs, seule la turbidité n'est pas un facteur à variations saisonnières et dépend de l'état de la mer, ainsi que des eaux de ruissellement ou des apports fluviaux. Elle peut augmenter considérablement avec l'agitation de la mer maintenant les débris organiques et minéraux en suspension.

Le nombre d'heures d'insolation à Villefranche passe de quatre heures à cinq heures en hiver à huit heures ou dix heures au printemps. Par ailleurs, pour un nombre d'heures d'insolation égal, la fraction de lumière solaire pénétrant dans les eaux sera plus grande au printemps qu'en hiver, la déclinaison du soleil étant moins grande.

Aucune mesure n'a été effectuée; ces considérations, cependant, suffisent à faire retenir l'insolation comme un facteur à variations saisonnières marquées, pouvant stimuler l'accroissement numérique des Dinoflagellés au printemps.

L'importance de ce facteur apparaît également si l'on considère les faits suivants :

a) L'éclosion printanière peut débiter, du moins pour certaines espèces telles que *C. furca* (4 mars 1953) et *Dinoporella perforata* (10 mars 1955), à des températures hivernales : 12°86-12°90. Elle correspond chaque fois à une augmentation de l'insola-

tion moyenne quotidienne (neuf heures-six heures dans les huit jours qui ont précédé le 4 mars 1953).

b) La production massive du printemps est entièrement restreinte aux 25 premiers mètres, la zone la mieux éclairée de la couche photique.

c) Des observations faites dans la même journée, à douze heures d'intervalle (avril-juin 1954), montrent en surface une densité numérique nettement plus grande le matin entre huit heures trente minutes et neuf heures trente minutes que le soir à vingt et une heures trente minutes. Ce fait a été constaté plusieurs fois, mais les observations ne permettent que de conjecturer l'existence d'une phototaxie chez les Périidiniens. Les recherches de G. R. HASLE (1950-1954) dans le fjord d'Oslo montrent l'existence de cette migration diurne chez les Périidiniens et en établissent l'origine phototaxique.

Les sels nutritifs. — Ainsi qu'on a pu le voir au chapitre II, les nitrates et les phosphates se comportent différemment dans les eaux de la baie. De mars à fin juillet, les nitrates diminuent continuellement et passent de 1,5 micro-atome-gramme/l à 0,80, puis disparaissent entièrement début août. Les phosphates, par contre, ne diminuent que de 50 % en juin (0,13) et retrouvent rapidement leur niveau moyen de 0,22-0,26. Ils ne tombent à zéro que dans les eaux du rivage baignant les algues fixées (le 14 juin 1955). Le taux relativement constant des phosphates dans la baie et l'absence de variations saisonnières bien marquées peuvent se concevoir comme résultant de la proximité du rivage et de la proximité des grandes profondeurs.

Les apports terrigènes continuels d'une part, les échanges d'eau qui s'établissent entre la couche photique et les couches plus profondes en hiver, d'autre part, contribuent certainement à maintenir ce taux relativement constant et à masquer les variations saisonnières. Le rapport des nitrates aux phosphates en surface, observé à la fin de l'hiver (12 en mars), est comparable au rapport observé entre 50 m et 100 m en juillet. Les variations de ce rapport au cours du printemps et de l'été sont imputables à la régénération plus rapide des phosphates à partir des apports de débris organiques de la côte, le cycle des phosphates étant plus court que celui des nitrates (HARVEY, 1945). Une assimilation sélective de la part du phytoplancton ou des algues fixées n'est pas exclue.

Il a été suggéré par GRAHAM (1942) que les espèces dites « sciaphiles », du genre *Ceratium* (*C. gravidum*, *C. platycorne*, *C. symmetricum*, etc.), sont en réalité des espèces à phototropisme réversible, associé au taux des sels nutritifs. Ces organismes sont positivement phototropiques et se maintiennent en surface tant que le taux des sels nutritifs demeure élevé (l'hiver); ils deviennent négativement phototropiques lorsque ce taux diminue (l'été), et descendent jusqu'au niveau des couches plus riches en nitrates et en phosphates. Cette opinion est confirmée par les deux faits suivants : a) ces espèces se rencontrent exclusivement dans les mers chaudes où les eaux sont stratifiées et la couche de surface pauvre en sels nutritifs; b) les espèces sciaphiles présentent effectivement une migration verticale saisonnière vers la surface en hiver. Mais, ces observations, à elles seules, ne suffisent pas à établir la validité de cette interprétation, d'autres facteurs, tels que la température, pouvant intervenir.

PETERS (1934), observant l'exubérance et la multiplicité des espèces chez les *Ceratium* des régions océaniques pauvres en phosphates, en conclut à la possibilité d'un effet *inhibiteur* des sels nutritifs sur certaines espèces. Cette conclusion n'est pas

confirmée par la répartition océanique des *Ceratium* observés par GRAHAM (1942) dans l'Atlantique et le Pacifique.

Les expériences de BARKER (1935) sur certains Dinoflagellés (*Prorocentrum micans*, *Peridinium trochoideum*, *Ceratium* sp...), ont établi que le rythme maximum de division en culture est atteint à des concentrations excessivement faibles, de l'ordre de 0,1 part par million (0,007 μ -atome-gramme/l) pour l'azote. Cet élément ne devient limitatif qu'à des concentrations de l'ordre de 0,01-0,001 par million. Ces très faibles exigences des Dinoflagellés à l'égard des sels nutritifs leur permettent de survivre, et même de proliférer après l'épuisement des sels nutritifs par les Diatomées, et de relayer celles-ci, en quelque sorte, dans le cycle du phytoplancton.

Les concentrations observées à Villefranche durant l'éclosion printanière et en toutes saisons — à l'exception de l'été — dépassent largement ce taux minimum. Ces sels ne peuvent donc limiter la production qu'en été.

La température. — La température est l'un des facteurs physiques les plus importants dans le milieu marin. Elle intervient à la fois directement et indirectement dans l'écologie des organismes végétaux. En tant qu'agent direct, elle règle le rythme des processus physiologiques de leur métabolisme et contrôle ainsi leur développement et le rythme de leur reproduction. D'autre part, la viscosité de l'eau de mer et la répartition verticale de la densité en dépendent bien plus que les différences de salinité. La viscosité, ou friction interne des eaux, agit sur la flottaison des protistes marins dont le poids spécifique est supérieur à celui de l'eau de mer. La différence de température entre la couche de surface ou « épithalasse » et la couche inférieure au printemps occasionne une augmentation rapide de la densité au niveau de la « couche de discontinuité » qui les sépare. En mai 1954, cette couche se trouvait à 15 m; de juin à septembre, à 25 m environ; également, en 1955, elle passait de 10 m à 25 m de mai à juillet. Cette couche de discontinuité constitue ainsi un obstacle à la chute passive des organismes au-delà de la zone éclairée.

Enfin, les changements de densité, consécutifs à des changements de température, peuvent aussi occasionner des courants entraînant le phytoplancton dans leur mouvement. Ce phénomène s'observe au mois de novembre, avec le refroidissement de l'atmosphère et l'inversion de la température de surface par rapport à celle des couches sous-jacentes.

La comparaison entre le cycle annuel de la température et celui des Périдиниens en surface (fig. 56) ne donne qu'un parallélisme partiel; quoique le début de la floraison printanière ait lieu à des températures hivernales (moins de 13°), la remontée de la courbe des Périдиниens entre mars et fin mai correspond assez bien à celle de la température. Le maximum annuel de la production a lieu en juin, à une température modérée de 17° à 21° (1953 : 19°80-21°50; 1954 : 17°20-20°; 1955 : 17°50-21°21). La température continue ensuite à s'élever et dépasse l'« optimum vital ». Elle semble alors constituer — avec d'autres agents tels que la forte insolation de l'été et la diminution du taux de l'azote nitrique — un facteur négatif ralentissant la production. Cette comparaison entre le cycle quantitatif des Périдиниens et celui de la température fait apparaître, en outre, deux faits significatifs :

1. — Les oscillations remarquables, observées chaque année au printemps, ne correspondent pas toujours à des variations de température. Dans les cas où cette corres-

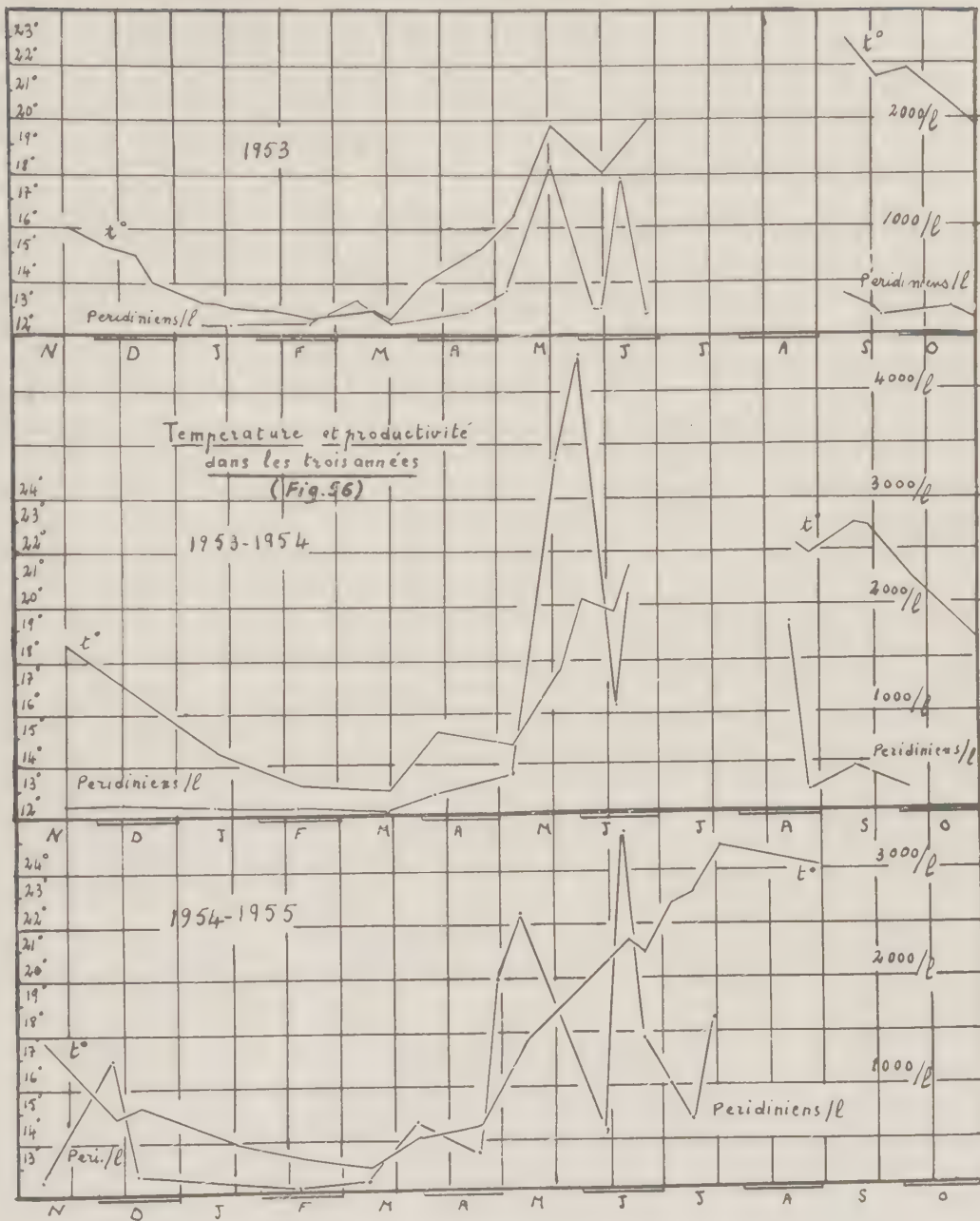


FIG. 56. — Température et productivité dans les trois années.

pondance existe (8 juin 1953, 14 juin 1954; fin juin 1955), les deux phénomènes résultent d'une cause commune, comme on le verra plus loin, qu'il faut rechercher dans les courants provoqués par les vents.

2. — La production très faible de l'automne, en dépit de la température modérée, est également un fait remarquable. La saison de production minimum commence ainsi

à une température de 18°-17°. La température favorable, l'insolation et le taux des sels nutritifs en automne, comparables à ceux du printemps, ne suffisent pas par eux-mêmes à maintenir le niveau de la production. Ce fait a été observé régulièrement chaque année et permet d'isoler, en quelque sorte, l'un des facteurs limitatifs les plus importants dans l'écologie des Périidiniens; il sera reconsidéré à la lumière de la « stabilité » verticale des eaux dans l'épithalasse.

L'optimum de température pour les Périidiniens, observé à Villefranche, est en accord avec les observations de BARKER (1935) et NORDLI (1953), faites sur des cultures. ALLEN (1941) a constaté également un rapport entre la productivité des Dinoflagellés et la température : « the six months period halved by the summer solstice is more productive of Dinoflagellates (usually much more productive) than the six months period halved by the winter solstice ».

Les vents. — L'importance des vents comme agent écologique a été invoquée par plusieurs auteurs, et notamment par ERCEGOVIC et F. BERNARD. L'effet des vents d'Est et d'Ouest sur la baie a été considéré au chapitre II. Le vent d'Est repousse les eaux du large dans la baie et a pour effet final d'homogénéiser la colonne d'eau en lui donnant les caractéristiques des eaux de surface. Le vent d'Ouest, repoussant au contraire les eaux de surface vers le large, crée un courant de compensation ascendant. L'action indirecte des vents sur le phytoplancton peut se présenter de plusieurs manières :

1° Par l'apport de poussières terrigènes dont la décomposition enrichit les eaux de surface en éléments nutritifs. Cet effet n'a pas été observé à Villefranche.

2° Par leurs effets dynamique et thermique. Ces effets dépendent de la direction du vent par rapport au rivage. L'homogénéisation de la colonne d'eau provoquée par le vent d'Est a pour effet de ramener les organismes à un niveau inférieur où l'éclairement plus faible convient moins à la photosynthèse. Toutes les observations effectuées à la suite d'un brassage des eaux par le vent d'Est montrent une augmentation *relative* du nombre d'organismes dans les eaux sous-jacentes (25 m-30 m) et une régression pour l'ensemble de la colonne.

Le phénomène de remontée d'eaux, observé également en d'autres lieux, est considéré comme un agent favorable. Les eaux de surface, appauvries en sels nutritifs, sont remplacées par des eaux dites « jeunes » riches en phosphates et en nitrates. Ce phénomène occasionne de fortes poussées phytoplanctoniques le long de la côte californienne, de la côte du Pérou et de la côte africaine de l'Atlantique Sud.

A Villefranche, par contre, les remontées d'eaux n'ont pas le même effet. Il semble que l'amplitude du phénomène soit insuffisante pour atteindre les couches riches en sels nutritifs (à l'exception du 16 décembre 1954 où le mistral a été suivi d'une poussée chez les Diatomées). Ces remontées d'eaux n'ont qu'un effet thermique et dynamique et, dans tous les cas, négatif. De même que pour le vent d'Est, les poussées de vent d'Ouest sont immédiatement suivies d'une chute numérique chez les Périidiniens. Cette régression est due : *a)* à la dilution des eaux de surface par des eaux pauvres en phytoplancton; *b)* à la chute brusque de la température; *c)* à l'instabilité des eaux et à l'effet mécanique de l'agitation sur les organismes. Le paragraphe suivant est consacré à la discussion de ce dernier facteur.

Ainsi, les vents d'Est et d'Ouest, à Villefranche, ont également un effet inhibiteur sur le phytoplancton, tout au moins sur les Périidiniens.

La « stabilité » verticale des eaux et la production chez les *Peridiniens*. — La floraison printanière du phytoplancton ne peut avoir lieu que si la quantité de matière organique élaborée par l'assimilation chlorophyllienne dépasse celle détruite par la respiration. La respiration des organismes végétaux vivants est un processus continu qui a lieu même en l'absence de la lumière, mais la photosynthèse ne peut avoir lieu que dans la couche éclairée.

Ainsi qu'on a pu le voir au chapitre III, l'homogénéité de la colonne d'eau, en hiver et jusqu'au mois de mars, s'accompagne d'une répartition verticale également homogène du phytoplancton. Les éléments végétaux sont entraînés passivement par le mouvement de brassage continu des eaux en cette période, à des niveaux où les conditions d'éclairement ne sont pas favorables. Une partie importante du « stock biologique » demeure ainsi improductive. La floraison printanière ne peut donc avoir lieu tant que les eaux sont homogènes, et se trouvera retardée jusqu'à ce qu'une couche de surface, plus ou moins épaisse, se différencie et se stabilise.

Ces considérations théoriques ont été appliquées à l'analyse des observations des trois années et ont donné un parallélisme remarquable entre les variations numériques des Dinoflagellés et celles de la « stabilité ».

La « stabilité ». — La stabilité a été définie, au chapitre I, d'après la formule simplifiée de Hesselberg (SVERDRUP, JOHNSON, FLEMING, 1942) : $E' = \frac{d\sigma_t}{dz} 10^{-3}$, Z étant la distance en mètres entre deux niveaux. Lorsque la densité σ_t s'accroît avec la profondeur — compte non tenu de la pression de l'eau — la stratification des couches d'eau est alors stable et tout mouvement de brassage tendant à détruire cette stratification rencontre une résistance d'autant plus grande que les écarts de densité sont grands. Cet état de choses se trouve réalisé chaque année au printemps et en été. Durant cette période, la température présente des écarts considérables entre la surface et la couche à 25 m, et la densité s'accroît en conséquence avec la profondeur.

Mais la stabilité de la mer n'agit pas par elle-même sur le métabolisme ou le rythme de la reproduction. Son effet est de freiner tout mouvement de brassage de la

TABLEAU XXII

LA « STABILITÉ » VERTICALE ET LA DENSITÉ NUMÉRIQUE DES PÉRIDINIENS

Date	Stabilité (1 m à 10 m)	Péridiniens au litre	Date	Stabilité (1 m à 10 m)	Péridiniens au litre
20-11-1953	0	84	6-12-1954	30	1 250
10-12-1953	0	108	16-12-1954	4	170
15- 1-1954	0	76	21- 1-1955	0	—
17- 2-1954	0	60	14- 2-1955	0	41
19- 3-1954	14	23	10- 3-1955	0	90
5- 5-1954	4	335	28- 3-1955	27	660
25- 5-1954	46	3 300	22- 4-1955	2	370
2- 6-1954	48	4 300	7- 5-1955	75	2 600
21- 6-1954	65	2 050	17- 6-1955	70	3 360
27- 8-1954	1	216	24- 6-1955	34	1 392
21- 9-1954	36	460	4- 7-1955	53	1 000
1-10-1954	3	240	12- 7-1955	54	660
9-11-1954	0	146	22- 7-1955	42	1 620

mer et de permettre ainsi aux organismes de se maintenir, par leurs propres moyens, au niveau qui leur est le plus favorable. Cette résistance peut cependant être surmontée par l'action prolongée d'un vent suffisamment fort, mais pour un temps assez court,

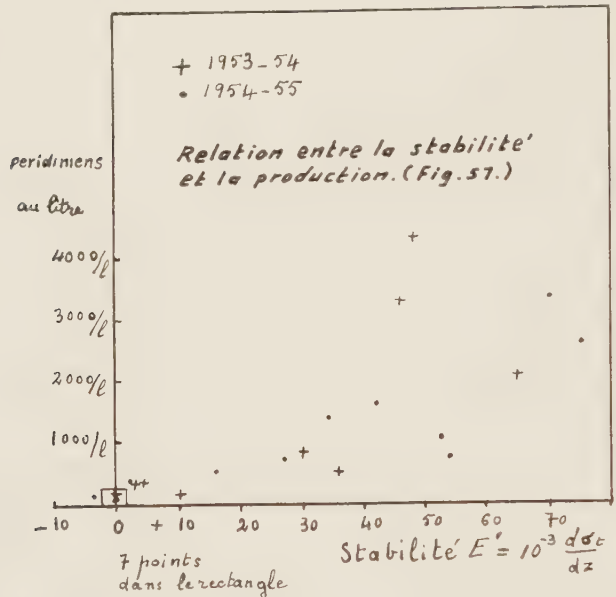
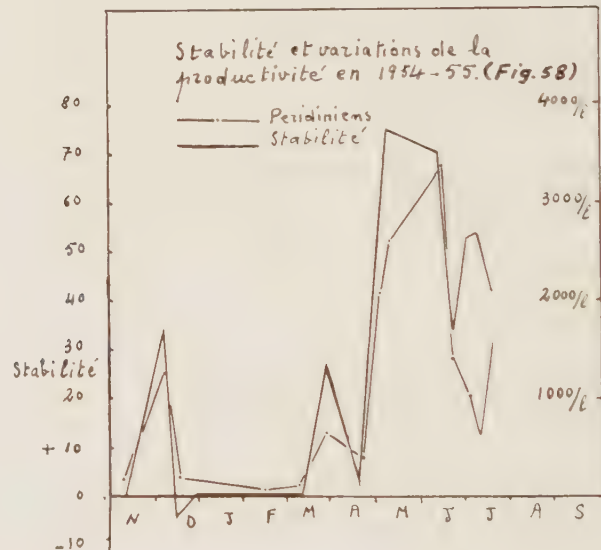


FIG. 57.

Relation entre la stabilité
des eaux dans les 10
premiers mètres et la
production en surface.

FIG. 58.
Stabilité et variations de
la productivité en 1954-
1955.



après lequel la stratification se rétablit. Aussi, les variations de la stabilité entre deux stations consécutives constituent une indication significative sur la présence ou l'absence d'un mouvement de brassage défavorable au phytoplancton.

Le tableau XXII permettra de comparer les variations numériques des Dino-

flagellés et celles de la stabilité dans les 10 premiers mètres, entre novembre 1953 et juillet 1955 (fig. 57 et 58).

La grande poussée des Périidiniens en mai-juin correspond à la période de l'année où la stratification des eaux est la plus stable. Les couches de surface, soumises à une forte insolation, s'échauffent rapidement. Il se forme ainsi, dès fin mars, une « épithalasse » de 10 à 25 m d'épaisseur où prolifèrent les Périidiniens, alors que l'« hypothalasse » (de 25 à 50 m) est à peine plus peuplée en cette saison qu'en hiver. Ces deux couches superposées constituent, en fait, deux habitats très différents. L'épithalasse est caractérisée par l'intensité de l'éclairement, le pH plus alcalin (dépassant 8,25), la température plus élevée (17° à 21°, pour 13° à 15° dans l'hypothalasse), et par la sursaturation en oxygène. Cette notion de stabilité permet, en outre, d'interpréter certaines phases du cycle des Périidiniens que ni la température, ni les sels nutritifs ne peuvent expliquer.

a) Les fluctuations de grande amplitude, observées en juin 1953, juin 1954 et 1955, correspondent chaque fois à une régression de la stabilité, consécutive à une forte poussée de vent d'Est ou d'Ouest. Le retour du phytoplancton à son niveau normal présente quelquefois un retard par rapport au rétablissement de la stabilité. Ceci est apparent entre le 2 et le 21 juin 1954, et également entre le 4 et le 12 juillet 1955.

b) Le maximum insolite du 6 décembre 1954 correspond à une augmentation de la stabilité par suite de la dessalure des eaux de surface par de fortes pluies.

c) Inversement, la très faible productivité de l'automne, à partir de fin octobre, correspond à une stabilité nulle. Quoique les conditions de l'automne comme on l'a vu, soient assez analogues à celles du printemps, la densité du phytoplancton (Diatomées et Périidiniens) n'est guère supérieure à celle du mois de février (t° : 13°). Ce fait ne peut s'expliquer que par la disparition de l'épithalasse et de cette force de résistance au brassage des eaux qui caractérisent le printemps. Ainsi donc, tout processus tendant à homogénéiser la colonne d'eau, tel que l'effet dynamique des vents ou l'inversion de la température en automne, a un effet inhibiteur sur la productivité.

L'importance de la stabilité dans l'écologie du phytoplancton a été d'abord mise en évidence par les recherches de GRAN et BRAARUD (1935) dans le golfe du Maine et la baie de Fundy, confirmée par la suite par les observations de RILEY (1942) et SVERDRUP (1953).

Conclusions.

1. — De ce qui précède, il apparaît que dans les eaux étudiées la production chez les Périidiniens se trouve conditionnée par plusieurs facteurs, dont les plus décisifs semblent être le taux des sels nutritifs, la température et l'insolation modérées, la stabilité. La convergence de ces facteurs, même en dehors du printemps (septembre-octobre 1953 et 1954, 6 décembre 1954), est suivie d'une poussée chez les Périidiniens.

Les phosphates, en toutes saisons, se trouvent en concentrations mesurables, à l'exception des eaux du rivage baignant les algues fixées. Les nitrates s'épuisent à partir

de juin et peuvent, seuls, jouer un rôle limitatif à l'égard du Phytoplancton. Telles sont également les conclusions de BULJAN (1952) et de NÜMANN (cité par BULJAN) dans l'Adriatique.

Les grandes poussées numériques observées ont toujours eu lieu à des températures modérées, entre 16° et 21°, rarement à des températures plus élevées (*Gonyaulax diacantha*, le 22 juillet 1955, à 24°8). Le début de la floraison printanière a lieu cependant à des températures relativement basses (13°).

Le facteur décisif dans le cycle des Péridiniens est la « stabilité », freinant l'effet de brassage des eaux et permettant ainsi aux organismes de se maintenir par leurs propres moyens au niveau qui leur convient le mieux, l'« épithalasse ». La courbe annuelle des Péridiniens et celle de la stabilité présentent une étroite corrélation. La période productive de l'année, de fin mars à début octobre, correspond à la période de stabilité maximum dans la stratification des couches d'eau. L'importance de la stabilité, facteur indirect, révèle ainsi, d'une part, la sensibilité de ces organismes à l'agitation mécanique, et, d'autre part, leur dépendance à l'égard de la lumière. Les Diatomées réagissent de la même manière mais dans une moindre mesure. Tout facteur tendant à homogénéiser la colonne d'eau, donc à détruire cette stratification, a un effet négatif immédiat. Les vents, principalement soufflant de l'Ouest, sont ainsi responsables des fluctuations de grande amplitude observées chaque année au printemps.

2. — Les deux phases extrêmes du cycle, la période d'homogénéité (novembre à mars) et la période de stabilité (mars à octobre) sont caractérisées également par des « associations » d'espèces. La composition de ces associations a été donnée à la fin du chapitre II. Les deux espèces-pilotes de l'hiver sont : *Heterodinium Detonii* Rampi et *Prorocentrum micans* Ehr. Celles du printemps sont : *Exuviella baltica* Lohm., *Prorocentrum triestinum* Schiller, *Ceratium furca* (Ehr.) Clap. et Lach. et *Prorocentrum micans* Ehr.

3. — L'ordre de grandeur de la production maximale observée est entre 3 400/l et 4 300/l.

Le rapport numérique des Péridiniens aux Diatomées, en 1955, est plus élevé (en faveur des Péridiniens) que celui observé dans les eaux de la Californie par ALLEN (1922). Il passe de 1 : 6 en février-mars à 1 : 2 le 17 juin. Les observations de ALLEN donnent 1 : 7 en moyenne.

APPENDICE

LES DONNÉES HYDROLOGIQUES

St. A 1. — 21 novembre 1952.

m	0	5	10	25	50
heure	08,45	09,27	09,05	08,40	09,50
t°	16,0	15,38	15,40	15,38	15,28
Cl ‰	21,012	21,010	—	21,021	21,032
S ‰	37,95	37,95	—	37,97	37,99
σ_t	28,04	28,18	—	28,19	28,23

St. B 1. — 1^{er} décembre 1952.

Mer calme. Faible dérive.

m	1	25	50	75	100
heure	09,40	09,21	09,01	08,37	08,14
t°	15,47	15,45	15,39	15,32	14,74
Cl ‰	21,013	21,054	21,067	21,074	21,146
S ‰	37,95	28,03	38,05	38,07	38,20
σ_t	28,15	28,20	28,25	28,29	28,51

St. A 2. — 6 décembre 1952.

m	1	8	25
heure	09,30	09,45	09,55
t°	15,30	15,30	15,29

Position approximative : entrée de la rade. — 12 décembre 1952.

Fort vent du N.-O. Mer houleuse.

m	1	25	50	75	100
heure	11,03	10,42	10,20	09,48	09,20
t°	14,86	14,86	14,85	14,60	14,45

St. A 3. — 19 décembre 1952.

Vent d'Ouest. Mer agitée.

m	1	8	25
heure	14,29	15,36	15,18
t°	13,93	13,92	13,91
Cl ‰	21,045	—	21,036
S ‰	37,97	—	37,95
σ_t	28,51	—	28,51

Position approximative : entrée de la rade. — 23 décembre 1952.

m	1	25	50	100
heure	10,05	10,20	10,38	09,42
t°	13,85	13,82	13,80	13,70
Cl ‰	21,036	21,053	21,059	21,073
S ‰	38,00	38,03	38,04	38,06
σ_t	28,54	28,58	28,60	28,63

St. A 4. — 23 décembre 1952.

m	1	8	25
heure		14,55	14,40
t°	13,88	13,82	13,74
Cl ‰	—	21,026	21,014
S ‰	—	37,98	37,96
σ_t	—	28,56	28,53

St. A 5. — 10 janvier 1953.

m	1	8	25
heure	09,14	09,34	09,56
t°	13,24	13,22	13,22

St. A 6. — 14 janvier 1953.

m	1	8	25
heure	15,15	—	15,54
t°	13,25	—	13,21

Position approximative : entrée de la rade. — 20 janvier 1953.

m	1	100
heure	09,56	09,26
t°	13,04	13,04

St. B 2. — 24 janvier 1953.

m	100	200
heure	11,08	10,35
t°	13,06	13,15

St. A 6. — 28 janvier 1953.

m	1	6	8	25
heure	09,21	09,35	09,48	10,04
t°	12,95	12,92	12,93	12,92
Cl ‰	21,044	—	21,049	—
S ‰	38,02	—	38,03	—
σ_t	28,76	—	28,77	—

St. A 7. — 4 février 1953.

Vent d'Ouest. Ciel clair. Mer agitée. Apparition d'animaux pélagiques en surface.

m	1	8
heure	15,22	15,41
t°	12,69	12,70

St. B 3. — 23 février 1953.

Faible houle du Sud, se calmant.

m	1	50	100	200	250
heure	11,21	11,02	10,37	09,20	09,57
t°	12,77	12,69	12,60	12,51	12,57
Cl ‰	—	21,053	21,060	21,063	21,079
S ‰	—	38,03	38,04	38,04	38,08
σ_t	—	28,81	28,85	28,88	28,87

Position approximative : entrée de la rade. — 4 mars 1953.

m	1	25	50	100
heure	10,41	10,27	10,12	09,54
t°	12,95	12,86	12,84	12,82

St. A 8. — 18 mars 1953.

Brise d'Est. Mer peu agitée. Ciel clair.

m	1	8	25
heure	10,10	10,30	10,49
t°	12,63	12,64	12,66
Cl ‰	21,066	—	21,084
S ‰	38,05	—	38,09
σ_t	28,86	—	28,85

St. B 4. — 25 mars 1953.

Mer étale. Ciel clair.

Apparition massive d'animaux pélagiques en surface (*Salpa democratica*).

m	1	50	100	200
heure	08,55	09,15	09,39	10,07
t°	13,16	12,74	12,66	12,74
Cl ‰	21,063	21,065	21,084	21,104
S ‰	38,04	38,05	38,09	38,12
σ_t	28,14	28,82	28,82	28,88

St. A 9. — 3 avril 1953.

m	1
heure	10,58
t°	14,06
Cl ‰	21,034
S ‰	38,00
σ_t	28,51

Position : entrée de la rade. — 3 avril 1953.

Ciel bas. Fort vent du Sud-Est. Mer agitée.

m	1	25	50	100
heure	15,52	15,34	15,11	14,47
t°	13,61	13,02	12,78	12,73
Cl ‰	21,065	21,062	21,071	21,070
S ‰	38,05	38,04	38,06	38,06
σ_t	28,64	28,76	28,81	28,83

St. B 3. — 24 avril 1953.

	1	25	50	100	200
h ₀	08.49	10.23	09.06	09.30	09.58
h ₁	14.71	14.00	13.64	12.94	12.99
C ₁ %	21.053	—	21.064	21.073	21.163
S ₁ %	38.03	—	38.05	38.07	38.22
h ₂	28.39	—	28.63	28.79	28.90

St. A 10. — 7 mai 1953.

Ciel bas. Houle longue.

	1	10	25
h ₀	09.15	08.55	08.37
h ₁	16.42	15.15	14.83
C ₁ %	21.027	21.054	21.071
S ₁ %	37.99	38.04	38.06
h ₂	28.88	—	28.76

St. A 11. — 22 mai 1953.

Mer peu agitée. Nebulosité 25 %. Forte dérive.

	1	10	25
h ₀	09.14	08.41	08.23
h ₁	19.84	17.14	15.92
C ₁ %	20.968	21.023	21.056
S ₁ %	37.88	37.79	38.03
h ₂	27.82	27.79	28.12
h ₃	3.63	3.13	2.44
h ₄	2.76	2.63	2.59

St. A 12. — 3 juin 1953.

Ciel bas. Mer agitée. Station précédée de deux jours de fort vent d'Ouest.

	1	10	25
h ₀	17.97	17.90	17.91
h ₁	21.027	21.024	21.024
C ₁ %	37.98	37.98	37.98
h ₂	27.57	27.60	27.60
h ₃	2.64	2.60	2.63

St. B 6. — 16 juin 1953.

Ciel bas. Houle longue.

	1	25	50	100	200
h ₀	09.12	09.12	09.37	09.12	08.50
h ₁	15.59	15.59	15.59	13.22	13.00
C ₁ %	21.093	21.093	21.093	21.095	21.104
S ₁ %	37.99	37.99	37.99	38.11	38.20
h ₂	28.16	28.16	28.16	28.79	28.86
h ₃	2.62	2.62	2.62	2.61	2.84

St. A 13. — 16 juin 1953.

m	1
heure	11,05
t°	20,50
Cl ‰	20,867
S ‰	37,70
σ _t	26,70

St. A 14. — 26 juin 1953.

m	1	10	25
heure	10,08	09,50	09,25
t°	19,91	18,79	17,43
Cl ‰	20,985	20,965	21,028
S ‰	37,91	37,87	37,99
σ _t	27,03	27,29	27,73

St. A 15. — 10 septembre 1953.

m	1	10	25
heure			08,45
t°	23,23	23,15	22,98
Cl ‰	21,167	21,140	21,152
S ‰	38,24	38,19	38,21
σ _t	26,35	26,34	26,38
alcalinité	2,56	2,60	2,61

St. B 7. — 25 septembre 1953.

m	1	50	100	200
heure	09,37	09,17	08,54	09,24
t°	21,72	18,64	13,27	13,08
Cl ‰	21,077	21,065	21,112	21,187
S ‰	38,07	38,05	38,13	38,28
σ _t	26,65	27,46	28,80	28,92
O ₂	3,38	3,48	4,84	4,68
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$	(%)			
	66,40	102,23	82,31	79,2

*St. A 16. — 3 octobre 1953.**Ciel couvert 100 %. Mer calme. Faible brise. Dérive nulle.*

m	1	10	25
heure	08,34	08,23	08,12
t°	22,03	21,99	21,84

*St. A 17. — 20 octobre 1953.**Nébulosité 30 %. Mer calme.*

m	1	10	25	50
heure	09,41	09,54	10,06	10,21
t°	20,62	20,62	20,43	19,72

St. J 18. — 18 décembre 1963.

Ciel couvert. Mer peu agitée.

m	1	10	25	50
heure	16.11	16.20	16.41	16.54
t°	18.66	18.66	18.37	18.66
Cl %	21.044	21.042	21.048	21.047
S %	37.95	37.97	37.97	37.97
τ_1	27.46	27.46	27.47	27.47
O ₂	—	4.85	4.96	5.01
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (‰)	—	90.35	91.90	100.45
alcalinité	2.68	2.74	2.75	2.75

St. A 19. — 20 décembre 1963.

Ciel couvert 100 %. Mer très agitée.

m	1	10	25	50
heure	16.20	16.31	16.41	17.00
t°	17.01	16.99	16.97	16.57
Cl %	21.041	21.042	21.046	21.045
S %	38.01	38.01	38.02	38.02
τ_1	27.84	27.84	27.83	27.83
O ₂	5.54	5.66	5.68	5.68
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (‰)	91.30	91.66	91.66	91.66
alcalinité	2.73	2.75	2.65	2.75

St. B 8. — 21 décembre 1963.

Ciel couvert 100 %. Houle longue.

m	1	25	50	100	201
heure	11.06	16.54	16.42	16.22	16.35
t°	16.11	16.90	16.45	16.38	16.20
Cl %	20.918	20.935	21.069	21.065	21.185
S %	37.78	37.85	38.00	38.02	38.27
τ_1	27.58	27.89	27.97	28.04	28.01
O ₂	5.10	5.08	—	5.04	4.51
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (‰)	90.90	90.87	—	90.9	76.55
alcalinité	2.69	2.72	2.74	2.75	2.74
phosphate	—	0.10	0.10	0.15	0.21

St. A 20. — 15 janvier 1964.

Ciel clair. Houle longue du Sud-Ouest.

m	1	10	25	45*
heure	10.58	11.12	11.26	11.41
t°	18.49	18.11	17.38	16.27
Cl %	21.026	21.026	21.026	21.026
S %	37.98	37.98	37.98	37.98
τ_1	28.41	28.42	28.45	28.45
O ₂	—	—	4.41	4.79
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (‰)	95.24	95.24	95.95	85.46
alcalinité	2.78	2.78	2.85	2.87
phosphate	0.10	—	0.10	0.10

* Prélèvements contaminés par la vase du fond.

St. A 21. — 17 février 1954.

Nébulosité 25 %. Houle longue.

m	1	10	25	50
heure	09,20	09,34	09,46	10,02
t°	13,09	13,08	13,06	13,05
Cl ‰	21,048	21,045	21,045	21,045
S ‰	38,03	38,02	38,02	38,02
σ_t	28,74	28,73	28,74	28,74
O ₂	5,48	5,46	5,52	5,52
O ₂ × 100	92,57	92,23	93,26	93,26
O ₂ (%)				
phosphate	0,05	0,05	0,05	0,05

St. A 22. — 19 mars 1954.

Ciel couvert et bas. Mer calme.

m	1	10	25	50
heure	10,40	10,51	11,02	11,14
t°	12,97	13,00	13,01	12,93
Cl ‰	20,607	20,713	20,853	20,918
S ‰	37,23	37,41	37,66	37,79
σ_t	28,14	28,28	28,48	28,60
O ₂	5,76	5,74	5,66	5,64
O ₂ × 100	96,6	96,3	95,6	95,4
O ₂ (%)				
alcalinité	2,59	2,60	2,60	2,60
phosphate	0,02	0,02	0,02	0,02

St. B 9. — 6 avril 1954.

Ciel bas. Mer calme, houle longue. Brise insensible fraîchissant.

m	1	25	50	100	210
heure	10,53	10,40	10,26	10,02	09,10
t°	14,49	13,75	13,48	13,39	12,87
Cl ‰	20,865	20,917	20,917	20,961	21,107
S ‰	37,69	37,78	37,78	37,86	38,113
σ_t	28,17	28,44	28,46	28,55	28,86
O ₂	5,91	5,91	5,87	5,73	5,88
O ₂ × 100	102,2	100,3	100,0	97,7	99,1
O ₂ (%)					
alcalinité	2,76	—	2,76	2,76	2,67
phosphate	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10

St. A 23. — 5 mai 1954.

Ciel clair. Mer houleuse.

m	1	10	25	50
heure	08,57	09,18	09,32	09,47
t°	14,37	14,30	14,21	13,97
Cl ‰	20,900	20,914	20,925	20,968
S ‰	37,75	37,78	37,80	37,88
σ_t	28,24	28,28	28,32	28,43
O ₂	6,09	5,91	6,00	5,87
O ₂ × 100	105,3	102,2	103,6	101,0
O ₂ (%)				
phosphate	0,10	0,15	0,15	0,15

No. 424. — 25 June 1954.

Oxid. Temp. 1000°C. Moisture & residue 100°C. 200°C.

No.	1	21	25	30
Moisture	18.12	18.50	18.55	18.54
Cl %	27.22	27.17	27.22	27.24
Cl %	27.50	27.51	27.54	27.57
Cl %	27.52	27.57	27.58	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.58
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
phosphate	4.74	4.77	4.79	4.81

No. 425. — 25 June 1954.

Oxid. Temp. 1000°C. Moisture & residue 100°C. 200°C.

No.	1	21	25	30
Moisture	18.51	18.55	18.55	18.57
Cl %	27.55	27.54	27.55	27.56
Cl %	27.55	27.56	27.57	27.58
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
phosphate	4.74	4.77	4.79	4.81

No. 426. — 25 June 1954.

Oxid. Temp. 1000°C.

No.	1	21	25	30	35
Moisture	18.18	18.55	18.61	18.62	18.63
Cl %	27.57	27.56	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57
phosphate	4.74	4.77	4.79	4.81	4.83

No. 427. — 25 June 1954.

Oxid. Temp. 1000°C. Moisture & residue 100°C. 200°C.

No.	1	21	25	30
Moisture	18.25	18.63	18.68	18.72
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
Cl %	27.57	27.57	27.57	27.57
phosphate	4.74	4.77	4.79	4.81

Position A. - 21 juin 1954.

m	1	10
heure	21,55	22,05
t°	22,37	—
Cl ‰	20,572	20,633
S ‰	37,16	37,27
pH	8,25	8,22

St. A 27. - 27 août 1954.

¶

Ciel clair. Mer calme.

m	1	10	25	50
heure	10,11	10,24	10,36	10,49
t°	21,38	21,24	20,51	14,37
Cl ‰	21,058	21,010	21,010	20,984
S ‰	38,04	37,95	37,95	37,91
σ_t	26,69	26,71	26,89	28,37
O ₂	5,02	4,94	5,03	5,61
O ₂ $\times$ 100 O ₂ (%)	98,2	96,2	96,7	97,2

St. A 28. - 21 septembre 1954.

Ciel clair. Mer peu agitée, devenant très agitée avec fort vent d'Ouest.

m	1	10	25	50
heure	10,15	09,56	09,31	09,09
t°	22,71	21,82	18,50	14,17
Cl ‰	20,996	21,029	21,029	20,990
S ‰	37,93	37,99	37,99	37,92
σ_t	26,26	26,62	27,45	28,37
O ₂	—	4,95	5,36	5,62
O ₂ $\times$ 100 O ₂ (%)	—	97,44	99,62	97,92
phosphate	0,05	0,05	0,05	0,05

St. A 29. - 6 octobre 1954.

Ciel clair. Mer étale, puis houle longue de l'Ouest.

m	1	10	25	50
heure	08,40	08,55	09,09	09,23
t°	20,90	20,82	18,61	14,41
Cl ‰	21,065	21,065	21,039	20,990
S ‰	38,05	38,05	38,01	37,92
σ_t	26,86	26,89	27,44	28,37
O ₂	4,93	4,98	5,34	5,62
O ₂ $\times$ 100 O ₂ (%)	95,72	96,32	99,25	97,56
alcalinité	2,66	—	—	2,65
phosphate	0,05	0,05	0,05	0,05

St. A 30. — 9 novembre 1954.

Ciel peu nuageux, se dégageant. Mer calme.
Animaux pélagiques en surface (*Collozoom*, *Salpa*).

m	1	10	25	50
heure	09,26	09,37	09,53	10,07
t°	17,78	17,78	17,80	17,79
Cl % _{cc}	20,991	20,991	20,992	21,038
S % _{cc}	37,92	37,92	37,92	38,01
σ _t	27,56	27,56	27,56	27,63
phosphate	0,00	0,00	0,02	0,02

St. B 11. — 15 novembre 1954.

Ciel clair. Mer assez agitée. Vent du Nord-Ouest.

m	1	25	55	110	220
heure	09,06	09,23	09,42	10,31	10,08
t°	17,41	17,36	17,18	13,32	13,28
Cl % _{cc}	21,007	21,045	21,055	21,055	21,225
S % _{cc}	37,95	38,02	38,03	38,03	38,34
σ _t	27,70	27,75	27,81	28,70	28,95
O ₂	4,88	4,93	4,88	4,60	4,10
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	89,1	89,78	88,70	78,20	69,72

St. A 31. — 6 décembre 1954.

Ciel couvert. Houle longue d'Ouest.

m	1	10	25	50
heure	08,49	09,05	09,20	09,59
t°	14,90	15,86	16,03	16,02
Cl % _{cc}	20,395	20,786	20,934	20,994
S % _{cc}	36,84	37,55	37,82	37,93
σ _t	27,43	27,76	27,93	28,01
O ₂	5,17	4,95	4,91	4,93
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	89,6	87,0	87,2	87,7
alcalinité	2,60	—	—	—
phosphate	0,00	0,00	0,00	0,00

St. A 32. — 16 décembre 1954.

Ciel clair. Mer calme à étale.

m	1	10	25	50
heure	09,03	09,22	09,37	09,58
t°	15,24	15,47	15,58	15,51
Cl % _{cc}	20,855	20,874	20,961	21,013
S % _{cc}	37,65	37,71	37,86	37,95
σ _t	27,99	27,95	28,06	28,15
O ₂	5,38	5,41	5,27	5,23
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	94,15	93,8	92,9	92,23
alcalinité	2,61	—	2,61	2,61
phosphate	0,03	0,03	0,03	0,03

St. B 12. — 30 décembre 1954.

Ciel nuageux. Mer houleuse. Vent du Nord.

m	1	25	50	110
heure	09,17	09,31	10,20	10,37
t°	14,74	14,76	14,74	14,39
Cl %	21,007	21,007	21,007	21,019
S %	37,95	37,95	37,95	37,97
σ_t	28,34	28,34	28,34	28,44
O ₂	5,45	5,43	5,40	5,15
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	94,78	94,43	93,91	89,27

St. A 33. — 21 janvier 1955.

Ciel clair. Mer peu agitée.

m	1	10	25	50
heure	09,01	09,15	09,29	09,48
t°	13,57	13,75	13,76	13,76
Cl %	21,007	21,007	21,007	21,007
S %	37,995	37,95	37,95	37,95
σ_t	28,54	28,54	28,54	28,54
O ₂	5,43	5,49	5,49	5,49
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	93,8	94,8	94,8	94,8

St. A 34. — 14 février 1955.

Ciel clair. Mer s'agitant. Vent du Nord-Ouest.

m	1	10	25	50
heure	08,58	09,16	09,32	09,51
t°	13,24	13,27	13,28	13,22
Cl %	21,008	21,008	21,008	21,008
S %	37,95	37,95	37,95	37,95
σ_t	28,65	28,64	28,64	28,66
O ₂	5,82	5,65	5,60	5,57
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	98,54	95,76	94,9	94,4
phosphate	0,45	0,45	—	—

St. A 35. — 10 mars 1955.

m	1	10	25	50
heure	10,27	10,40	10,55	11,09
t°	12,86	12,83	12,80	12,78
Cl %	21,007	21,007	21,007	21,007
S %	37,95	37,95	37,95	37,95
σ_t	28,73	28,73	28,74	28,74
O ₂	5,63	5,60	5,64	5,58
$\frac{O_2 \times 100}{O'_2}$ (%)	94,62	94,10	94,95	93,78
phosphate	0,13	—	—	—

St. A 36. — 28 mars 1955.

Nébulosité 50 %. Mer calme à étale; houle longue.

	1	10	25	50
m				
heure	09,09	09,24	09,43	08,54
t°	14,04	14,32	14,19	13,09
Cl % ₀₀	20,752	20,998	20,935	20,961
S % ₀₀	37,48	37,94	37,82	37,86
σ _t	28,13	28,40	28,34	28,61
O ₂	5,92	5,79	5,65	5,72
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	101,7	100,0	97,4	96,6
phosphate	0,26	0,26	0,26	0,26

St. B 13. — 28 mars 1955.

	1	27	55	120	200
m					
heure	10,39	15,25	15,40	15,55	10,17
t°	13,89	13,21	13,09	13,18	12,89
Cl % ₀₀	20,731	20,919	20,934	20,988	20,986
S % ₀₀	37,45	37,79	37,82	37,92	37,91
σ _t	28,12	28,53	28,58	28,63	28,67
O ₂	5,78	5,74	5,71	5,65	5,65
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	99,14	97,12	96,45	95,60	95,1
phosphate	—	—	—	0,26	0,26

St. B 14. — 18 avril 1955.

Ciel clair. Houle. Brise du Nord-Ouest.

	1	25	50	100	200
m					
heure	10,25	10,09	09,53	09,35	09,10
t°	14,21	14,07	13,63	13,43	13,04
Cl % ₀₀	20,906	20,942	20,939	20,956	20,960
S % ₀₀	27,76	37,83	37,83	37,85	37,86
σ _t	28,29	28,29	28,47	28,54	28,63
O ₂	5,79	5,74	5,75	5,64	5,03
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	99,93	98,96	97,95	95,84	84,89
phosphate	—	—	—	0,26	0,26

St. A 37. — 22 avril 1955.

	1	10	25	50
m				
heure	09,10	08,57	08,44	08,27
t°	14,41	14,29	14,10	14,03
Cl % ₀₀	20,934	20,934	20,934	20,960
S % ₀₀	37,82	37,82	37,82	37,86
σ _t	28,29	28,31	28,36	28,42
O ₂	5,99	5,85	5,81	5,81
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	103,63	100,69	100,0	99,82
phosphate	0,26	0,26	0,26	0,26

St. A 38. — 7 mai 1955.

Ciel bas. Houle longue.

m	1	10	25	50
heure	08,33	08,51	09,03	09,16
t°	17,50	16,19	14,83	14,30
Cl‰	20,650	20,949	20,981	20,982
S‰	37,30	37,84	37,90	37,90
σ_t	27,17	27,92	28,26	28,37
O ₂	5,60	5,82	5,80	5,82
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (%)	101,63	103,92	101,04	100,6
alcalinité				
pH	8,20	8,18	8,10	8,17

St. A 39. — 17 juin 1955.

Ciel peu nuageux. Mer étale, mer peu agitée, avec brise d'Est.

m	1	10	25	50
heure	08,55	09,08	09,31	09,51
t°	21,21	18,81	16,32	14,00
Cl‰	20,948	20,990	20,999	20,995
S‰	37,84	37,92	37,94	37,93
σ_t	26,62	27,32	27,94	28,47
O ₂	5,24	5,28	5,64	5,71
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (%)	102,14	98,72	100,89	99,84
alcalinité	2,59	2,59	2,58	2,61
phosphate	0,13	0,13	0,13	0,13

St. A 40. — 24 juin 1955.

Ciel dégagé. Mer étale, puis légère brise d'Est.

m	1	10	25	50
heure	08,43	08,57	09,11	09,37
t°	20,77	19,57	17,14	15,35
Cl‰	20,961	20,980	21,009	20,982
S‰	37,86	37,90	37,95	37,90
σ_t	26,74	27,08	27,77	28,14
O ₂	5,33	5,28	5,56	5,57
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$ (%)	103,09	100,00	101,09	97,89
phosphate	0,13	0,13	0,13	0,13

St. B 15. — 24 juin 1955.

m	1	25	50	100
heure	09,55	10,07	10,18	10,37
t°	21,05	17,54	15,06	13,32
Cl‰	20,913	21,006	20,968	21,019
S‰	37,77	37,94	37,88	37,97
σ_t				

St. A 41. — 4 juillet 1955.

Ciel clair. Houle d'Ouest, brise d'Est. Température à 0 m : 24°5.

m	1	10	25	50
heure	08,46	09,20	09,03	09,37
t°	22,62	20,87	18,88	15,04
Cl %	20,994	21,037	21,035	20,961
S %	37,93	38,00	38,00	37,86
σ_t	26,29	26,82	27,35	28,20
O ₂	5,11	5,18	5,33	5,65
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	101,7	100,5	100,0	98,8
phosphate	0,23	0,23	0,23	0,23

St. A 42. — 12 juillet 1955.

Ciel clair. Mer calme. Vent d'Est.

m	1	10	25	50
heure	08,52	09,07	09,21	09,37
t°	23,07	21,23	17,51	13,72
Cl %	20,936	21,034	21,003	20,982
S %	37,82	38,00	37,94	37,90
σ_t	26,07	27,73	27,67	28,51
O ₂	4,88	5,09	5,46	5,55
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	97,9	99,2	102,3	94,7
phosphate	0,23	—	—	—

St. A 43. — 22 juillet 1955.

m	1	10	25	50
heure				
t°	24,80	23,37	18,78	14,60
Cl %	21,039	21,039	21,022	20,935
S %	38,01	38,01	37,97	37,82
σ_t	25,70	26,12	27,37	28,24
O ₂	—	4,50	5,23	5,40
$\frac{O_2 \times 100}{O_2}$	—	90,3	97,9	93,4
phosphate	0,17	0,22	0,17	0,22

BIBLIOGRAPHIE

- ATKINS (W. R. G.), 1925. — On the thermal stratification of sea water and its importance for the algal plancton. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 13, n° 3.
- ABE (T. H.), 1927. — Report of the Biological survey of Mutsu bay. 3. Notes on the Protozoan fauna of Mutsu bay. I. Peridinales. *The science Reports of the Tohoku Imperial University*, vol. 2, n° 4.
- ALLEN (W. E.), 1922. — Quantitative studies on inshore marine plankton Diatoms and Dinoflagellates of S. California. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 12, 5.
- 1941. — Twenty years statistical studies of marine plankton Dinoflagellates of S. California. *The American Midland Naturalist*, 26, 3.
- BALECH (E.), 1951. — Deuxième contribution à la connaissance des Peridinium. *Hydrobiologia*, 3, 4.
- BARKER (H. A.), 1935. — The Culture and Physiology of the marine Dinoflagellates. *Archiv. f. Mikrobiol.*, Bd. 6.
- BERNARD (F.), 1938. — Cycle annuel du nanoplancton à Monaco et Banyuls : I. Etude quantitative. *Ann. Inst. Océanogr.*, XVII, pp. 349-405.
- 1939. — Etude sur les variations de fertilité des eaux méditerranéennes. Climat et nanoplancton à Monaco en 1937-1938. *Journ. du Conseil*, XIV, n° 2.
- 1938. — Recherches préliminaires sur la fertilité marine au large d'Alger. *Journ. du Conseil*, XV, n° 3.
- et FAGE (L.), 1936. — Recherches quantitatives sur le plancton méditerranéen. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 701.
- BOHM (A.), 1931. — Distribution and Variability of Ceratium in the Northern and Western Pacific. *Bernice P. Bishop Museum. Bull.*, 87.
- 1936. — Dinoflagellates of the Coastal Waters of the Western Pacific. *Bernice P. Bishop Museum. Bull.*, 137.
- BOURCART (J.), 1955. — Les sables profonds de la Méditerranée. *Arch. des Sciences*, Genève, v. 8, f. 1, 9 p.
- BROCH (H.), 1910. — Die Peridinium. Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno im jahre 1909. *Archiv. f. Protistenk.*, Bd. 20, S. 176.
- BRAARUD (T.), 1934. — A note on the Phytoplankton of the gulf of Maine in the Summer of 1933. *Biological Bull.*, LXVII.
- 1935. — The « Ost » expedition to the Denmark strait 1929. Hvalradete Skrifter. *Scienc. Results of Marine Biol. Resear.*, n° 10.
- 1940. — A note on Peridinium denticulatum. *Saertrykk av Nytt Magasin for Naturvidenskapene*. B. 81, Oslo.
- 1945. — Morphological Observations on Marine Dinoflagellate cultures. Avhandling utgitt av Det Norske Videnskaps. Akademi Oslo. I Mat. Naturv. Klasse, 1944, n° 11.
- 1951 a. — Taxonomical Studies on Marine Dinoflagellates. *Saertrykk av Nytt Magasin for Naturv.*, B. 88.
- 1951 b. — Salinity as an Ecological Factor in Marine Phytoplankton. *Physiologia Plantarum*, vol. 4, pp. 28-34.
- BRAARUD (T.), RINGDAL GAARDER (K.) et GRONTVED (JUL.), 1953. — The Phytoplankton the North Sea and adjacent waters in May 1948. *Conseil Perm. Expl. Mer. Rapp. et procès-verbaux*, CXXXIII.
- BRAARUD (T.) et PAPPAS (J.), 1951. — Experimental studies in the dinoflagellate Peridinium triquetrum (Ehrb.) Lebour. Avhandling utgitt av Det Norske Videnskaps. Akademi Oslo. I Mat.-Naturv. Klasse, n° 2.

- BULJAN (M.), 1953. — The nutrient salts in the Adriatic waters. *Acta Adriatica*, vol. V, n° 9.
- Bulletin Hydrographique pour l'année 1948*. Service Hydro., Bureau du Conseil Int. Expl. mer., 1952.
- CLEVE (P. T.), 1899. — Plankton collected by the Swedish expedition to Spitzbergen in 1898. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, vol. 32, n° 3, pp. 1-48.
- 1900 a. — Notes on some Atlantic plankton organisms. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, vol. 34, n° 1, pp. 1-22.
- 1900 b. — The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. *Goteborgs K. Vetensk. och Vitterhetssamhalles Handl.*, sér. 4, vol. 3, pp. 1-368.
- 1903. — Report on plankton collected by Mr. Thorild Wulff during a voyage to and from Bombay. *Ark. f. Zool.*, *K. Svenska Vetensk. Akad.*, vol. 1, pp. 329-381.
- COOPER (L. H. N.), 1932. — The determination of nitrates in the sea by means of reduced strychnine. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 18, pp. 161-166.
- et VAUX-DAVID, 1949. — Cascading over the continental slope of water from the Celtic Sea. *J. Mar. Biol. Assoc.*, vol. 28, pp. 719-750.
- CORLETT (J.), 1953. — Net Phytoplankton at Ocean Weather stations « I » and « J ». *Journ. du Conseil*, XIX, n° 2, p. 178.
- Dana Report n° 12, 1937*. Hydrographical observations made during the « Dana » Expedition 1928-1930. Copenhagen, Carlsberg Foundation, 46 p.
- DANGEARD (P.), 1926. — Description des Péridiniens testaces recueillis par la mission Charcot pendant le mois d'août 1924. *Ann. Inst. Océanogr.*, n. sér., t. III, 7.
- 1927 a. — Péridiniens nouveaux ou peu connus de la croisière du « Sylvana ». *Bull. Inst. Océanogr.*, 491.
- 1927 b. — Notes sur la variation dans le genre Péridinium. *Bull. Inst. Océanogr.*, 507.
- 1927 c. — Phytoplankton de la croisière du « Sylvana ». *Ann. Inst. Océanogr.*, n. sér., t. IV, f. 8.
- ERCEGOVIC (A.), 1936. — Etudes qualitative et quantitative du phytoplankton dans les eaux côtières de l'Adriatique oriental moyen au cours de l'année 1934. *Acta Adriatica*, n° 9.
- FLEMING (R. H.), 1939. — The control of diatom population by grazing. *Journ. du Conseil*, 14, 2, pp. 210-227.
- GOURRET (P.), 1883. — Sur les Péridiniens du golfe de Marseille. *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille. Zoologie*, t. I.
- GRAHAM (H. W.), 1942. — Studies in the Morphology, Taxonomy, and Ecology of the Peridinales. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, n° 542.
- GRAHAM (H. W.) et BRONIKOWSKY (N.), 1944. — The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 565.
- GRAN (H. H.), 1931. — On the conditions for the production of plankton in the Sea. *Rapp. et procès-verbaux*, LXXV.
- 1932. — Studies on the Biology and chemistry of the gulf of Maine. II. Distribution of Phytoplankton in August, 1932. *Biol. Bull.*, LXIV, 2.
- GRAN (H. H.) et BRAARUD (T.), 1935. — A quantitative study of the phytoplankton in the bay of Fundy and the gulf of Maine. *Journ. Biol. Board Canada*, I, 5, pp. 279-567.
- HALIM (Y.), 1955. — Note sur *Peridinium Tregouboffi* n. sp. (Dinoflagellé). *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 1056.
- 1958. — Observations sur l'hydrologie de la baie et du canyon de Villefranche-sur-Mer. *Vie et Milieu* (sous presse).
- HARVEY (H. W.), 1948. — The estimation Phosphate and of total phosphorous in sea waters. *J. Mar. Biol. Assoc.*, XXVII, 2.
- HARVEY (H. W.), COOPER (L. H. N.), M. V. et RUSSEL (F. S.), 1935. — Plankton Production and its Control. *J. Mar. Biol. Assoc.*, XX, 2.
- HASLE (G. H.), 1950. — Phototactic vertical migration in marine dinoflagellates. *Oikos*, 2, p. 2.
- 1954. — More on phototactic diurnal migration in marine Dinoflagellates. *Nytt Magazin for Botanik*, vol. 2.

- HASLE (G. H.) et NORDLING (E.), 1951. — Form variation in *Ceratium fusus* and *tripos* populations in cultures and from the sea. Avhandlingar utgitt av Det Norske Videnskaps. Akademi, Oslo, I. Mat.-Naturv., Klasse n° 4.
- HENSEN (V.), 1887. — Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. Komm. zur Wissen. *Untersuch. d. Deutschen Meere in Kiel, Fünfter Bericht*, XII-XVI Jahrg., pp. 1-107, 1887.
- HOPE (B.), 1954. — Floristic and Taxonomic Observations on marine Phytoplankton from Nordasvatn, near Bergen. *Nytt Magazin for Botanikk*, vol. 2.
- IDRAC (P.), 1933. — Influence du mistral et du vent d'Est sur la température des couches sous-marines sur la Côte d'Azur. *C. R. Acad. Sci.*, pp. 1680-1681.
- 1934. — Recherches sur les mouvements et fluctuations de température des eaux sous-marines en Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, 14, pp. 21-35.
- JACOBSEN (J. P.), ROBINSON (R.) et THOMPSON (T.), 1950. — A review of the Determination of dissolved Oxygen in sea water by the Winkler method. *Assoc. Oceanogr. Physique, Publi. Scient.*, n° 11.
- JORGENSEN (E.), 1911. — Die Ceratien; Eine kurze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 4, suppl. Heft. 1.
- 1920. — Méditerranéan Ceratia. *Rep. Danish Oceanogr. Exped. Medit.*, 2 j. : Biol.
- 1923. — Mediterranean Dinophysaceæ. *Rep. Danish Oceanogr. Exped. Medit.*, 2 j.
- KARSTEN (G.), 1907. — Das Indische Phytoplankton. *Wissen. Ergebn. Deutsch. Tiefsee Exp.*, v. 2, Teil 2, pp. 220-548.
- KOFOID (C. A.), 1906. — Dinoflagellata the San Diego region. I. On *Heterodinium*, a new genus of the Peridinidæ. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 2, n° 8, pp. 341-368.
- 1907 a. — New species of Dinoflagellates. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College*, vol. L, n° 6.
- 1907 b. — Dinoflagellate of the San Diego region. III. Descriptions of new species. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 3, n° 13, pp. 299-340.
- 1908 a. — Exuviation Autotomy and Regeneration in *Ceratium*. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 4, n° 6.
- 1908 b. — Notes on some obscure species of *Ceratium*. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 4, n° 7.
- 1910. — A revision of the genus *Ceratocorys*, based on skeletal morphology. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 6, n° 8.
- 1911 a. — Dinoflagellate of the San Diego region. IV. The genus *Gonyaulax*, with notes on its skeletal morphology and a discussion of its generic and specific characters. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 8, n° 4.
- 1911 b. — Dinoflagellate of the San Diego region. V. On *Spiraulax*, a new genus of the Peridinida. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, vol. 8, n° 6.
- KOFOID (C. A.) et MICHENER (J. R.), 1911. — New genera and Species of dinoflagellates. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College*, vol. LIV, n° 7.
- KOFOID (C. A.) et SKOGSBERG (T.), 1928. — The Dinoflagellata : the Dinophysidæ. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harv.*, 51.
- LEBOUR (M. V.), 1925. — The Dinoflagellates of Northern Seas. *Mar. Biol. Assoc. Plymouth.*
- MARGALEFF (R.), 1945. — Fitoplancton nerítico de la Costa Brava catalana. *Inst. Esp. do Estudios Medit., Biol.* n° 1.
- 1948. — Fitoplancton nerítico de la Costa Brava catalana en 1947-1948. *Inst. Bot. Aplicata*, t. V.
- MARGALEFF (R.) et DURAN (M.), 1953. — Microplancton de Vigo de Octubre de 1951 a Septiembre de 1952. *P. Inst. Biol. Apli. Barcelona.*
- MASSUTI (M.) et MARGALEFF (R.), 1950. — Introduccion al estudio del Plancton Marino. Patronato Juan de la Cierva de Investigacion Tecnica. *Dec. de Biol. Mar. Barcelona.*
- MENACHE (M.), 1950. — Du choix d'une eau normale pour la Méditerranée. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 980.

- NIELSEN (J. N.), 1912. — Hydrography of the Mediterranean. Sea and adjacent waters. *Rep. Danish Oceanogr. Exp. 1908-1910*, vol. 1.
- NORDLI (O.), 1951 a. — Dinoflagellates from Lofoten. *Magasin for Naturvidenskapense*, B. 88.
- 1951 b. — Resting spores in *Goniaulax polyedra* Stein. *Magasin for Naturvidenskapense*, B. 88.
- 1953. — Salinity and temperature as Controlling Factors for distribution and mass occurrence of *Ceratia*. *Saertrykk av Blyttia*, B. 11.
- PARTSEN (O.), 1908. — Peridinales. Brandt und Apstein Nordisches Plankton, n° 18. Kiel und Leipzig.
- 1931. — Etudes sur le microplancton de la mer d'Aboran. *Trabajos*, n° 4. *Inst. esp. oceanogr.*, Madrid.
- 1949. — *Observations on Dinoflagellates*. Jul. Grøntved, édit., Copenhague.
- PAVILLARD (J.), 1930. — Sur quelques formes intéressantes ou nouvelles du phytoplancton (Diatomees et Peridinien) des croisières du Prince Albert 1^{er} de Monaco. *Bull. Inst. Oceanogr.*, n° 558.
- 1932. — Le genre *Heterodinium* Kofoid dans la Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 604.
- 1935. — Remarques sur le phytoplancton du Pacifique intertropical. *Ecology*, XVI.
- 1937. — Les Peridinien et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco, de 1907 à 1914. *Observations générales et conclusions*.
- PETERS (N.), 1934. — Die Bevölkerung des Sudatlantischen Ozeans mit *Ceratium*. *Wissensch. Ergebn. Dent. Atlantische Exped. Meteor. 1925-1927*, vol. 11.
- RAMSI (L.), 1939 a. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 1-1. *Ceratium* delle acque di San Remo. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. ser., XLVI, Firenze.
- 1939 b. — Su qualche Peridinea rara, nuova o curiosa nel fitoplancton del mare Ligure. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. ser., XLVI, Firenze.
- 1939 c. — Peridinien rares ou intéressants dans la mer Ligure. *Bull. Soc. fr. Microscopie*, VIII.
- 1940. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 2. Le Tecatali e le Dinofisiali delle acque di San Remo. *Bull. Pesca. Pisc. Idrobiologia*, XVI, Roma.
- 1941 a. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 3. Le Heterodiniacee e le Oxytoxacee delle acque di San Remo. *Annali Mus. Civico Sci. Nat.*, LXI, Genova.
- 1941 b. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 5. Le Podolampacee delle acque di San Remo. *Annali Mus. Civico Sc. Nat.*, LXI, Genova.
- 1941 c. — I. Generi *Histioneis* e *Parahistioneis* Kof. e Skogsb. nel bacino mediterraneo. *Riv. Sc. Nat.*, « Natura », XXXII, Milano.
- 1942 a. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 4-1. *Ceratium* delle acque di San Remo. Parte 2. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. ser., XLIX, Firenze.
- 1942 b. — Il fitoplancton mediterraneo. Problemi ed affinità interoceaniche. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiologia*, XVIII, Roma.
- 1943 a. — Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure : 7. Le Goniaulacée delle acque di San Remo. *Att. Soc. Ital. Sc. Nat.*, LXXXII, Milano.
- 1943 b. — Su qualche altra Peridinea nuovo o rara delle acque di San Remo. *Att. Soc. Ital. Sc. Nat.*, LXXXII, Milano.
- 1945. — Osservazioni sulla distribuzione qualitativa del fitoplancton nel mare Mediterraneo. *Att. Soc. Ital. Sc. Nat.*, LXXXIV, Milano.
- 1947 a. — Osservazioni sullo sviluppo quantitativo del fitoplancton nel mare Mediterraneo. *Nuovo Notarissia*, n. ser., I, Brescia.
- 1947 b. — Osservazioni sulle *Histioneis* (Peridinee) raccolte nel mare Ligure presso San Remo. *Bull. Inst. Oceanogr.*, n° 920, Monaco.
- 1948. — Sur quelques Peridinien rares ou intéressants du Pacifique subtropical. *Bull. Inst. Oceanogr.*, n. 937.

- RICHARD (J.), OXNER (M.) et SIRVENT (L.), 1923. — Observations méthodiques de température et de salinité à diverses profondeurs au large de Monaco, de décembre 1907 à mars 1914. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 436.
- RILEY (G. A.), 1942. — The relationship of vertical turbulence and spring diatom flowerings. *Journ. Mar. Research*, n° V, n° 1.
- ROMANOWSKI (V.), 1950. — Les remontées des eaux profondes dans la baie Villefranche. Cahiers du Centre Recherches. *Etudes Océanogr.*, n° 2.
- SARGENT (M. C.), 1939. — A theoretical definition of production. *Proceed. Sixth Pacific Sc. Congress*, vol. III.
- SCHILLER (J.), 1918. — Ueber neue *Prorocentrum* und *Exuviella* Arten aus der Adria. *Arch. für Protist.*, B. 38.
- 1930-1937. — Dinoflagellata (Peridineæ) Rabenhorst Kryptogamen. *Flora*, Leipzig.
- SCHRODER (B.), 1900. — Das Phytoplankton des golfes von Neapel. *Mittheil. Zool. Sta. Neapel*, vol. 14.
- SCHUTT (F.), 1895. — Die Peridineen der Plankton Expedition. Part I : Studien über die Zellen der Peridineen Ergebn. *Plankton Exped.*, vol. 4, M, a.
- STEEMANN-NIELSEN (E.), 1954. — On organic production in the oceans. *J. du Conseil*, vol. XIX, n° 3.
- SVERDRUP (H. U.), 1938. — On the process of upwelling. *J. Mar. Research.*, vol. I, n° 2.
- 1953. — On conditions for the vernal blooming of Phytoplankton. *Journ. du Conseil*, vol. XVIII, n° 3.
- SVERDRUP (H. U.), JOHNSON (M. W.) et FLEMING (R. H.), 1942. — *The Oceans*. Hall, inc. New-York.
- THOMSEN (H.), 1931. — Nitrate and Phosphate content of Mediterranean water. *Dan Oceanogr. Exped.*, 1908-1910, vol. III, n° 6.
- TREGOUBOFF (G.), 1946. — Le plankton marin. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 894.
- TROTTI (L.), 1951. — Ricerche idrografiche sulle acque costiere ligustiche. *Centro Talasso, Tirreno*. Pubbl. 8, Genova.
- 1953. — Risultati delle crociere talassografiche nel mare Ligure e nell'alto Tirreno. *Centro Talasso, Tirreno*. Pubbl. 14, Genova.
- 1948. — Instructions pratiques pour la détermination de la salinité de l'eau de mer, par la méthode de titrage Mohr-Nielsen. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 930.
- WATTENBERG (H.), 1937. — Critical review of the methods used for determining nutrient salts and related constituents in sea-water. *Rapports et procès-verbaux*, Copenhagen, 103, pp. 1-26.
- WOOD (E. J. F.), 1954. — Dinoflagellates in the Australian region. *Australian Journ. of and freshwater research*, vol. 5, n° 2.
- ZWICKER (B. M. G.) et ROBISON (J. R.), 1944. — The photometric determination of nitrate in sea water with a strychnidine reagent. *Journ. Mar. Res.*, vol. V, n° 3.

EXPLICATION DES PLANCHES

Abréviations. — l. : longueur ou hauteur; lg. : plus grande largeur;
d. : diamètre; t. : transdiamètre (g. *Ceratium*).

PLANCHE I

- Fig. 1. — *Proocentrum micans* Ehrenb.: l. 66 μ , lg. 24,5 μ ; d. 11,5 μ ; 4-7-1955, 1 m.
 Fig. 2. — *P. micans* Ehrenb.: l. 64,5 μ , lg. 31 μ , d. 11 μ , épine 4 μ ; 5-5-1954, 25 m.
 Fig. 3. — *P. micans* Ehrenb.: l. 62,5 μ , lg. 27 μ , d. 10 μ , épine 2 μ ; 6-4-1954, 1 m.
 Fig. 4. — *P. micans* Ehrenb.: l. 47 μ , lg. 27 μ , d. 12 μ , épine 2 μ .
 Fig. 5. — *P. micans* Ehrenb.: l. 39 μ , lg. 26,3 μ , d. 4,5 μ ; 24-6-1955, 1 m.
 Fig. 6. — *P. dentatum* Stein: l. 35 μ , lg. 15,5 μ ; 20-11-1953, 25 m.
 Fig. 7. — *P. rotundatum* Schiller: d. 20,5 μ ; 4-7-1955, 1 m.
 Fig. 8. — *P. triestinum* Schiller: l. 21,5 μ , lg. 13,5 μ ; 6-1954, 1 m.
 Fig. 9. — *P. adriaticum* Schiller: l. 23,5 μ , lg. 10 μ ; 18-4-1955, 50 m.
 Fig. 10. — *Exuviella compressa* Ost.: l. 35 μ , lg. 29 μ ; 10-6-1955, 1 m.
 Fig. 11. — *E. marina* Cieukowsky: l. 39 μ , lg. 27 μ ; 21-6-1954, 10 m.
 Fig. 12. — *E. oblonga* Schiller: l. 28 μ , lg. 19,5 μ ; 24-6-1955, 1 m.
 Fig. 13. — *E. baltica* Lohm: d. 15 μ ; 6-6-1954, 100 m.
 Fig. 14. — *E. baltica* Lohm: d. 16,5 μ ; 18-4-1955, 100 m.
 Fig. 15. — *E. apora* Schiller: l. 25,5 μ , lg. 23,5 μ ; 4-1955, 1 m.
 Fig. 16. — *E. cincta* Schiller: l. 28 μ , lg. 19,5 μ ; 17-6-1955, 10 m.
 Fig. 17. — *Porella globulus* Schiller: l. 23,5 μ , lg. 21,5 μ ; 2-3-1954, 1 m.
 Fig. 18 a et b. — *P. perforata* Gran: l. 14,5 μ ; 22-4-1955, 10 m.
 Fig. 19. — *Phalacroma pulchellum* Lebour: l. 23,5 μ , lg. 19,5 μ ; 6-4-1954, 100 m. —
 a : vue latérale droite; b : vue dorsale.
 Fig. 20. — *P. ovatum* Jörg: l. 31 μ + aileron antapical 5 μ , lg. 27,3 μ ; 17-2-1954, filet de
 surface.
 Fig. 21. — *P. rotundatum* Kof. et Mich.: l. 33,5 μ , lg. 31,5 μ .
 Fig. 22. — *P. parvulum* (Schütt) Jörg: l. 47 μ , lg. 43 μ ; 5-5-1954, 10 m.
 Fig. 23. — *P. operculoides* Schütt: l. 45 μ , lg. 37 μ ; 14-2-1955, 1 m.
 Fig. 24. — *P. expulsus* Kof. et Mich. = (*P. stenopterhgium* Jörg): l. 58,5 μ , lg. 53 μ ;
 15-11-1954, 1 m. — a : vue latérale; b : vue dorsale.
 Fig. 25. — *P. javus* Kof. et Mich.: l. 82 μ , lg. 70 μ ; 15-11-1954, 1 m.
 Fig. 26. — *P. cuneus* Schütt: l. 78 μ , lg. 78 μ ; 28-4-1955, filet fermant de —220 m
 à —140 m.
 Fig. 27. — *P. doryphorum* Stein: l. 89 μ , lg. 58,5 μ ; 18-11-1954, filet vertical 250 m —0 m.
 Fig. 28. — *P. porodietyum* Stein: dimensions approx. l. 56 μ , lg. 49 μ .
 Fig. 29. — *Dinophysis recurva* Kof. et Skrog.: l. 33 μ , lg. 23,5 μ ; 9-11-1954, 1 m.
 Fig. 30. — *D. punctata* Schiller: l. 27 μ , lg. 23,5 μ ; 9-11-1954, 10 m.
 Fig. 31. — *D. parva* Schiller: l. 26 μ ; 15-1-1954, 10 m.
 Fig. 32. — *D. sacculus* Stein: l. 48,5 μ , lg. 27 μ ; 28-4-1955, 1 m.
 Fig. 33. — *D. acuminata* Clap et Lach: l. 54,5 μ , lg. 27 μ ; 6-12-1954, 10 m.
 Fig. 34. — *D. ovum* Schütt: l. 53 μ , lg. 35 μ ; 9-11-1954, 25 m.
 Fig. 35. — *D. sphaerica* Stein: l. 54,5 μ , lg. 50 μ ; 19-1-1955, filet de surface.

PLANCHE II

- FIG. 1. — *Dinophysis tripos* Gourret; 113 μ , d. au niveau de la ceinture 27 μ ; 12-1-1955, filet de surface.
- FIG. 2. — *D. caudata* Saville Kent; l. 90 μ ; filet vertical —250 m. à —0 m.; 18-11-1954.
- FIG. 3. — *D. uracantha* Stein (var. méditerranéum Jörg); l. 66 μ + aileron terminal 17,5 μ , lg. 51 μ .
- FIG. 4. — *D. hastata* Stein; l. 94 μ + appendice antapical 19 μ , lg. 62,5 μ ; 9-5-1955, —210 m. à —140 m.
- FIG. 5. — *D. Schroderi* Pavill.; l. 82 μ , lg. 39 μ ; 21-12-1953.
- FIG. 6. — *D. acuta* Ehren; l. 78 μ , lg. 43 μ ; 2-6-1954.
- FIG. 7. — *D. fortii* Pavill.; l. 66 μ , lg. 62,5 μ ; 17-2-1954, 50 m.
- FIG. 8. — *Citharistes regius* Stein; longueur approx. 43 μ ; 10-12-1953, 10 m.
- FIG. 9. — *Triposolenia bicornis* Kofoid; hauteur du corps 31 μ , largeur 43 μ , distance entre les cornes 88 μ ; 11-1954, filet vertical.
- FIG. 10. — *Amphisolenia globifera* Stein; l. 207 μ ; 10-12-1953, 1 m.
- FIG. 11. — *Amphisolenia truncata* Stein; l. 780 μ , plus grand diamètre 24 μ ; 14-1-1953, filet de surface. — a : spécimen entier; b : « tête » et partie antérieure du corps; c : antapex.
- FIG. 12. — *Ornithocercus magnificus* Stein; d. 39 μ .
- FIG. 13. — *Cladopyxis brachiolata* Stein; d. 31 μ .
- FIG. 14. — *Histioneis Villafranca*, n. sp.; longueur totale 70,5 μ .
- FIG. 15. — *Histioneis imbricata*, n. sp.; l. totale 72 μ .
- FIG. 16. — *Histioneis longicollis* Kof.; l. totale 72 μ , diamètre du corps 27 μ ; 21-12-1953, —200 m.
- FIG. 17. — *Histioneis variabilis* Schiller; l. totale 45 μ , diamètre du corps 19,5 μ ; 21-12-1953, —50 m.
- FIG. 18. — *Histioneis Vaoukii* Schiller; l. totale 47 μ , diamètre du corps 23,5 μ ; 9-11-1954, 1 m.
- FIG. 19. — *Histioneis Fawzii* n. sp.; l. totale 80 μ .
- FIG. 20. — *Histioneis sublongicollis* n. sp.; l. totale 76 μ .
- FIG. 21. — *Histioneis rampii* n. sp.; l. totale 62,5 μ .
- FIG. 22. — *Histioneis elegans* n. sp.; l. totale 74 μ .
- FIG. 23. — *Spiraulax jollifei* Kof.; l. 93,5 μ , d. 62,5 μ ; filet horizontal; 2-1954.
- FIG. 24. — *Gonyaulax pacifica* Kof.; l. 140,5 μ , lg. 78 μ .
- FIG. 25. — *Heterodinium leiorynchum* Pavill.; l. 90 μ .
- FIG. 26. — *H. richardi* Pavill.; l. 160 μ (approx.); filet fermant de —200 m à —100 m, à Monaco.
- FIG. 27 a et b. — *H. Detonii* Rampi; a : l. 31 μ ; b : d. 39 μ .
- FIG. 28. — *Peridinium simulum* Paulsen; d. 92,5 μ .
- FIG. 29. — *P. oceanicum* Vanhöffen; l. 170 μ , d. 90 μ ; filet fermant —210 m à —140 m; 9-6-1955.
- FIG. 30. — *P. oblongum* Aurivillius; l. 113 μ ; filet horizontal.
- FIG. 31. — *P. Tregouboffi* Halim; l. 113 μ , d. 86 μ ; Monaco, filet fermant —200 m à —100 m; 10-1953.
- FIG. 32. — *P. crassipes* Kof.; l. 105,5 μ , d. 101,5 μ .

PLANCHE III

- FIG. 1. — *Peridinium brochi* Kof. et Swezy; l. 97,5 μ , d. 66 μ ; 2-6-1954, 1 m.
- FIG. 2. — *P. pallidum* Ost.; d. 62,5 μ .
- FIG. 3. — *P. diabolus* Cleve; d. 39 μ .
- FIG. 4. — *P. mite* Pavill.; l. 47 μ , d. 39 μ ; 2-6-1954, 50 m.
- FIG. 5. — *P. curvipes* Ost.; l. 58,5 μ + épines antapicales 8 μ ; 30-12-1954, 50 m.
- FIG. 6. — *P. subcurvipes* Lebour; l. 47 μ , d. 45 μ . — *a* : vue ventrale, *b* : vue latérale droite; filet horizontal; 19-1-1954.
- FIG. 7. — *P. pellucidum* Schütt; d. 51 μ (approx.).
- FIG. 8. — *P. Steini* Jörg.; l. 74 μ + épines 16 μ , d. 50 μ .
- FIG. 9. — *P. punctulatum* Paulsen; d. 52 μ .
- FIG. 10. — *P. leonis* Pavill.; d. 64,5 μ ; 14-2-1955, 1 m.
- FIG. 11. — *P. conicum* (Gran) Ost. et Schmidt; d. 62,5 μ ; 22-7-1955, 1 m.
- FIG. 12. — *P. achromaticum* Levander; l. 47 μ , d. 43 μ . — *a* : vue ventrale; *b* : vue apicale; 22-7-1955, 1 m.
- FIG. 13. — *a*, *b* et *c*. — *Goniiodoma sphaericum* Murray et Whitting; *a* : vue ventrale, d. 39 μ , hauteur 40 μ ; *b* et *c* : vues apicale et antapicale (d. 43 μ) de deux autres spécimens.
- FIG. 14. — *G. polyedricum* Pouchet; d. 63,5 μ .
- FIG. 15. — *Gonyaulax polygramma* Stein; d. 58,5 μ .
- FIG. 16. — *G. turbynei* Murray et Whitting; d. 27 μ ; 22-4-1955, 1 m.
- FIG. 17. — *G. diacantha* Meunier; l. 39 μ + épines 8 μ , d. 27 μ ; 18-4-1955, 1 m.
- FIG. 18. — *G. polyedra* Stein; l. 45 μ , d. 43 μ .
- FIG. 19. — *Ceratocorys armata* Kof.; d. 90 μ .
- FIG. 20. — *Prorocentrum spinulosum* (Murr. et Whitting) Schiller; l. 58,5 μ , d. 50,7 μ ; filet horizontal; 21-12-1953.
- FIG. 21. — *Oxytoxum elegans* Pavill.; l. 70,2 μ , d. 31 μ ; 11-1953, 25 m.
- FIG. 22. — *O. Brunelli* Rampi; l. 50,5 μ , d. 35 μ ; 21-4-1954, 25 m.
- FIG. 23. — *O. milneri* Murr. et Whitt.; l. 113 μ , d. 34 μ , hauteur du sillon transversal 8 μ ; 14-2-1955, 10 m.
- FIG. 24. — *O. spinosum* Rampi; d. 15,5 μ , l. 22 μ ; 11-3-1954, 25 m.
- FIG. 25. — *O. sphaeroideum* Stein; l. 35 μ , d. 23,5 μ ; 11-1953, 50 m.
- FIG. 26. — *O. scolopax* Stein; l. 78 μ .
- FIG. 27. — *O. longiceps* Schiller; l. 64,5 μ , d. 17,5.
- FIG. 28. — *Diplopetopsis minor* Lebour; hauteur 35 μ , d. 43 μ . — *a* : vue ventrale; *b* : vue apicale.
- FIG. 29. — *Blepharocysta Paulseni* Schiller, vue dorsale et apicale.
- FIG. 30. — *Ostreopsis monotis* (Meunier) Lindemann; d. 35 μ ; 5-1954.
- FIG. 31. — *Podolampas spinifera* Okamura; l. 125 μ ; 4-7-1955, 10 m.
- FIG. 32. — *P. bipes* Stein; d. 60,5 μ ; 12-1954, 1 m.

PLANCHE IV

- FIG. 1. — *Ceratium fusus* (Ehren.) Dujardin; l. 331 μ , 21,5 μ .
- FIG. 2. — *C. fusus*; forme « postico-juvénile »; t. 15,5 μ , l. 144 μ .
- FIG. 3. — *C. extensum* Gourret Cleve, forme correspondant à : *C. strictum* Okamura; t. 23,5 μ , longueur sur la corne postérieure droite 19,5 μ ; 19-1-1954, filet horizontal.

- FIG. 4. — *C. longirostrum* Gourret; t. 23,5 μ , l. 500 μ ; filet horizontal; 6-12-1954.
- FIG. 5. — *C. falciforme* Jörg; t. 21,5 μ , l. 206 μ ; 16-12-1955, 25 m.
- FIG. 6. — *C. belone* Cleve; t. 31 μ , l. 593 μ ; filet horizontal; 31-1-1955.
- FIG. 7. — *C. furca* (Ehr.) Clap. et Lach.; t. 35 μ , l. 256 μ ; 28-4-1955, 1 m.
- FIG. 8. — *C. pentagonum* Gourret var. *tenerum* Jörg; t. 62,5 μ , l. 148,5 μ .
- FIG. 9. — *C. minutum* Jörg; 105 μ ; t. 23,5 μ ; 9-11-1954, 1 m.
- FIG. 10. — *C. teres* Kof.; l. 156 μ ; t. 47 μ .
- FIG. 11. — *C. candelabrum* (Ehr.) Stein; t. 74 μ , filet.
- FIG. 12. — *C. platycorne* Daday; l. 285 μ , t. 49 μ ; filet fermant de —140 m à —70 m; 9-4-1955.
- FIG. 13. — *C. azoricum* Cleve; t. 44, 8 μ , l. 109 μ .
- FIG. 14. — *C. limulus* Gourret (division récente); t. 60,5 μ , l. 117 μ .
- FIG. 15. — Forme intermédiaire entre : *C. tripos* (O. F. MÜLLER). Nitzsch var. *atlanticum* et *C. pulchellum* Schröder var.; *semipulchellum* Jörg; t. 70 μ , l. 312 μ ; filet horizontal; 6-12-1954.
- FIG. 16. — *C. ranipes* Cleve; t. 62,5 μ ; filet vertical —220 m à —0 m.
- FIG. 17. — *C. hexacanthum* Gourret, f. correspondant à la var. *contortum*; l. 35,1 μ ; filet horizontal; 11-3-1954.
- FIG. 18. — *C. pulchellum* Schröder eupulchellum Jörg; l. 363 μ , t. 54,5 μ .
- FIG. 19. — *C. gibberum* Gourret; t. 86 μ .
- FIG. 20. — *C. concilians* Jörg; t. 78 μ .
- FIG. 21. — *C. gravidum* Gourret; t. 58,5 μ , l. 218,5 μ ; filet fermant —120 m à —0 m; 11-1954.
- FIG. 22. — *C. declinatum* Karsten var. *majus* Jörg; l. 191 μ , t. 47 μ ; 19-3-1954, 25 m.
- FIG. 23 et 24. — *C. declinatum* var. *brachiatum* Jörg; fig. 23, t. 41 μ , l. 183 μ ; fig. 24, t. 41 μ ; 4-1955.
- FIG. 25. — *C. declinatum* var. *declinatum* Peters; t. 43 μ ; 17-2-1954, filet horizontal.
- FIG. 26. — *C. declinatum* var. *normale* Jörg, spécimen à la thèque épaissie; t. 50,7 μ , l. 193 μ ; 12-11-1955, filet fermant de —220 m à —110 m.

PLANCHE V

- FIG. 1. — *Ceratium symmetricum* Pavill.; t. 54,5 μ ; filet vertical de —220 m à —0 m; 12-1954.
- FIG. 2. — *C. coarctatum* Pavill.; t. 58,5 μ .
- FIG. 3. — *C. eucarctatum* Jörg; t. 47 μ .
- FIG. 4. — *C. arietinum* Cleve f. *gracilentum* Jörg; t. 39 μ , l. 281 μ ; filet vertical —220 m à 0 m; 31-12-1954.
- FIG. 5. — *C. karsteni* Pavill.; t. 105 μ , l. 456 μ .
- FIG. 6. — *C. macroceros* (Ehr.) Cleve f. *californiense* (Kof.) Jörg; t. 35 μ ; filet horizontal; 19-1-1954.
- FIG. 7. — *C. macroceros* var. *gallicum* (Kof.) Jörg; le corps de la cellule seule est représenté, t. 47 μ ; filet fermant, —220 m à 0 m; 11-1954.
- FIG. 8. — *C. pavillardi* Jörg; t. 63 μ (approx.).
- FIG. 9. — *C. longissimum* Schröder; t. 60 μ ; filet horizontal; 17-2-1954.

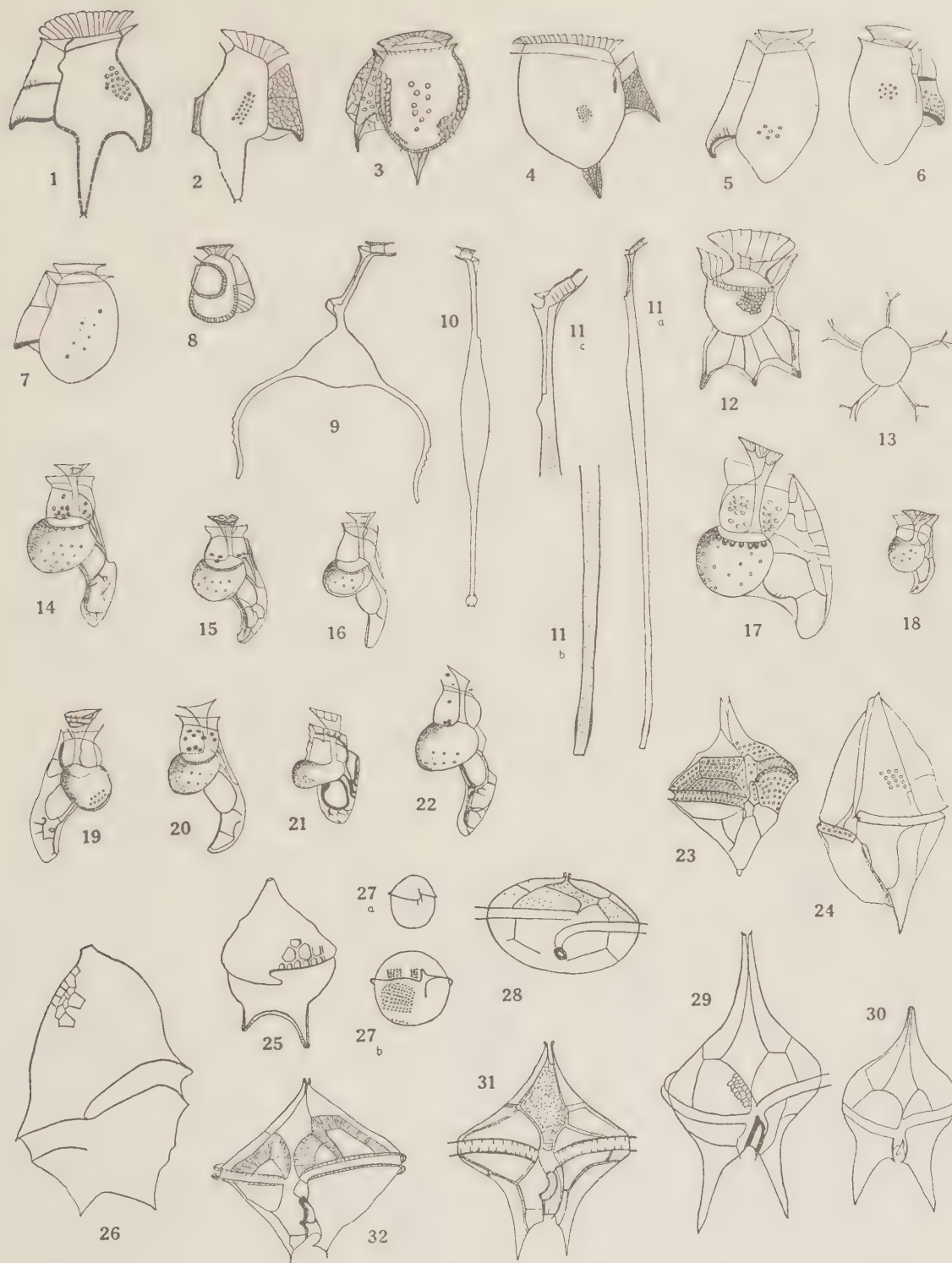
- FIG. 10. — *C. horridum* Gran; t. 39 μ ; 6-12-1954; filet horizontal.
- FIG. 11. — *C. carriense* Gourret f. *volans* (Cleve) Jörg; t. 72 μ .
- FIG. 12. — *C. buceros* Zach. f. *claviger* (Kof.) Schiller; t. 39 μ , l. 262 μ ; Monaco, filet fermant, —220 m à —100 m.
- FIG. 13. — *C. buceros* f. *molle* (Kof.) Schiller; t. 43 μ , l. 382 μ , filet horizontal.
- FIG. 14. — *C. contrarium* (Gourret) Pavill. var. *claviceps* Schröder; l. 503 μ , t. 54,5 μ ; filet fermant —500 m à —200 m; 18-10-1954.
- FIG. 15. — *C. massiliense* (Gourret) Jörg; t. 68 μ .
- FIG. 16. — *C. buceros* Zach. f. *tenue* (Ost. et Schmidt) Schiller; t. 39 μ , l. 312 μ .
- FIG. 17. — *C. buceros* f. *inclinatum* (Kof.) Schiller; t. 43 μ .
- FIG. 18. — *C. trichoceros* (Ehr.) Kof.; t. 40 μ .



Auct. del.

A. Barry imp., Paris

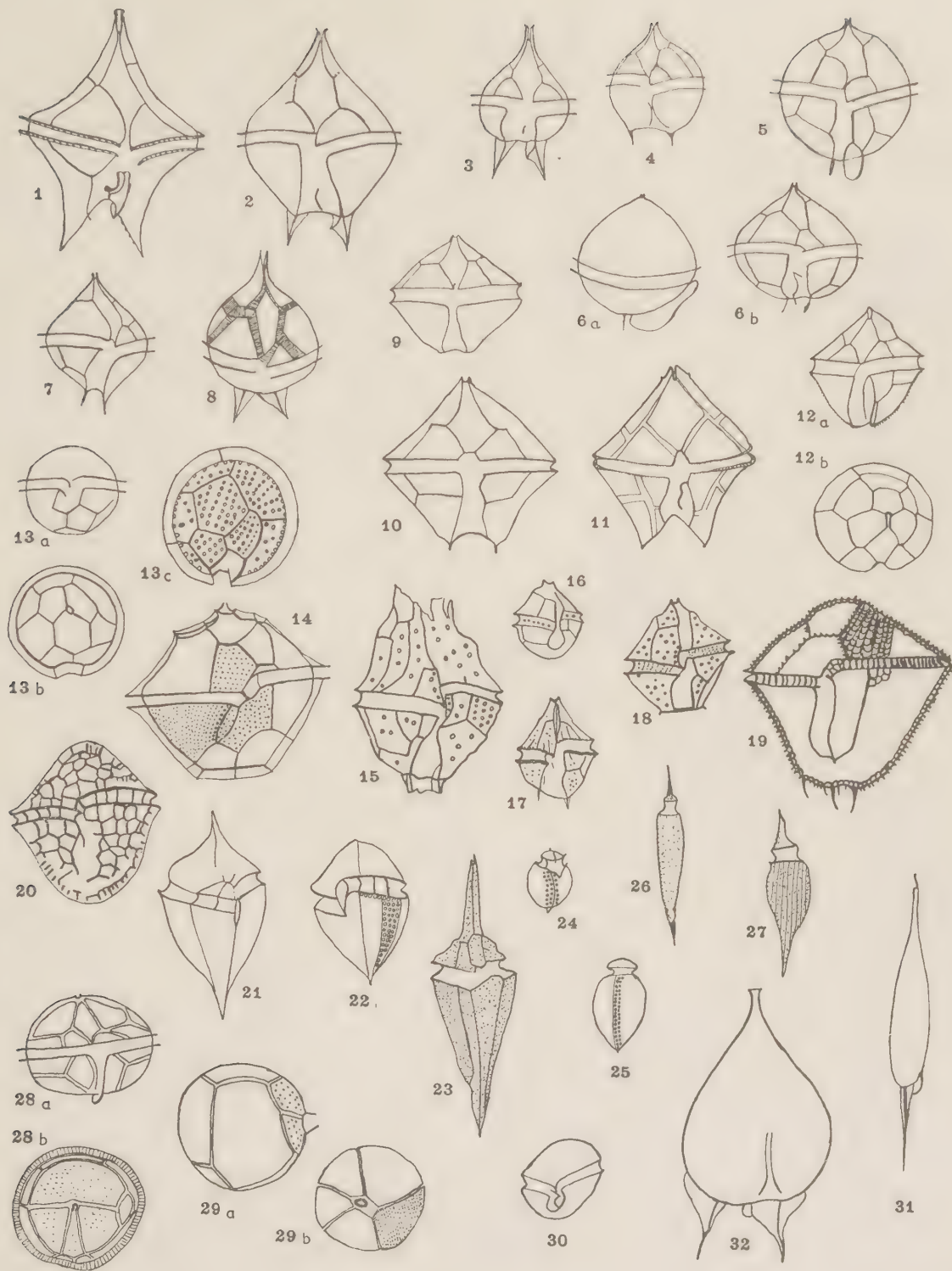
DINOFLAGELLES DE VILLEFRANCHE



Auct. del.

A. Barry imp., Paris

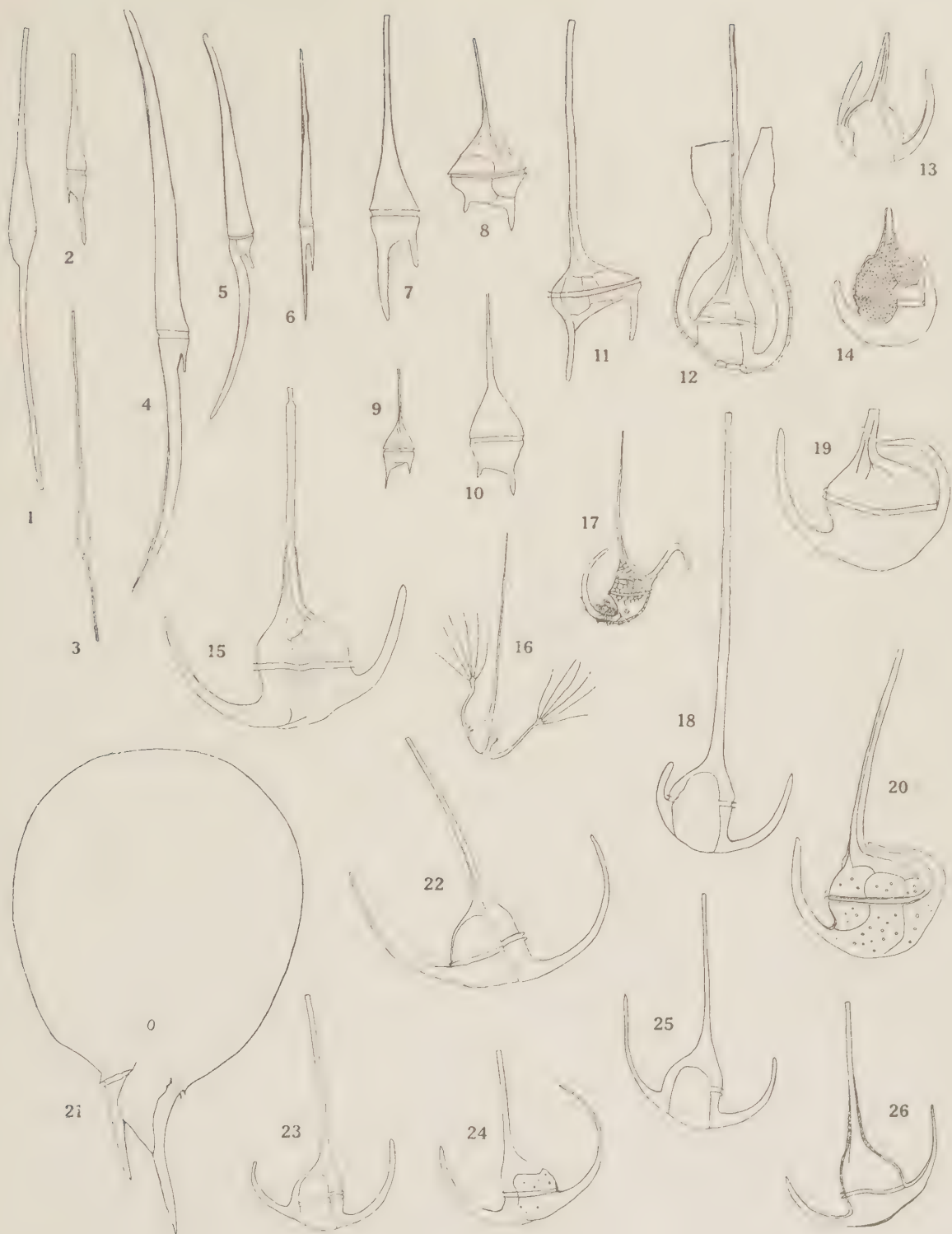
DINOFLAGELLES DE VILLEFRANCHE



Auct. del.

A. Barry imp., Paris

DINOFLAGELLES DE VILLEFRANCHE



Auct. del.

A. Barry imp., Paris

DINOFLAGELLES DE VILLEFRANCHE



Auct. del.

A. Barry imp., Paris

DINOFLAGELLES DE VILLEFRANCHE

